

明 細 書

インターポーザ、多層プリント配線板

技術分野

- [0001] この発明は、インターポーザ及び多層プリント配線板に係り、特に、樹脂からなるパッケージ基板とセラミックからなるICチップとの間に介在するインターポーザ、及び、ICチップを接続するためのインターポーザを備える多層プリント配線板に関するものである。

背景技術

- [0002] ファインピッチのICチップをドータボード等の外部基板と接続するためにパッケージ基板が用いられている。パッケージ基板の材料としては、セラミック又は樹脂が用いられている。ここで、セラミックパッケージ基板は、焼成してなるメタライズ配線を用いるため、抵抗値が高くなり、更に、セラミックの誘電率は高く、高周波、高性能のICを搭載することが難しい。一方、樹脂製パッケージ基板は、めっきによる銅配線を用い得るため、配線抵抗を下げることができ、樹脂の誘電率は低く、高周波、高性能のICを搭載することが相対的に容易である。

ここで、パッケージ基板とICチップとの間にインターポーザを介在させる技術としては、特許文献1ー特許文献4がある。

- [0003] 特許文献1:特開2001-102479号公報
特許文献2:特開2002-373962号公報
特許文献3:特開2002-261204号公報
特許文献4:特開2000-332168号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

- [0004] ICの周波数が、3GHzを越えると、ICの配線層の樹脂を低誘電率化しないと、誤動作が発生する。低誘電化するには、配線層の樹脂に、気泡を含有させることが行われている。気泡を含有すると樹脂が脆くなる。このような脆い樹脂で配線層を形成しているICを搭載すると、基板実装時等における熱応力のため、ICの樹脂層に、亀裂

、断線が発生する。

- [0005] 本発明は、上述した課題を解決するためになされたものであり、その目的とするところは、熱膨張、熱収縮によるクラックの発生を防止すると共に、ICチップ等の電子部品へ安定して電気を供給できるインターポーザ、及び、インターポーザを備える多層プリント配線板を提供することにある。

課題を解決するための手段

- [0006] 発明者らは、上記目的の実現に向け鋭意研究した結果、樹脂からなるパッケージ基板とセラミックからなるICチップとを、電氣的に接続するインターポーザを介在させるとの着想を持った。

- [0007] 上記インターポーザを構成する絶縁性基材は、ヤング率が55〜440GPaであって、その厚みは、以下の関係が望ましい。

パッケージ基板厚み $\times 0.05 \leq$ 絶縁性基材の厚み \leq パッケージ基板厚み $\times 1.5$ 、さらには、パッケージ基板厚み $\times 0.1 \leq$ 絶縁性基材の厚み \leq パッケージ基板厚み $\times 1.0$ が好適である。ここでパッケージ基板とは、後述するコア基板に片面または両面に層間絶縁層と導体回路を積層した樹脂製パッケージ基板をいう。

本発明者が半導体装置の基板実装時における熱応力の解析(3Dストリップシミュレーション:インターポーザ、インターポーザのスルーホール導体、ICチップ、パッケージ基板、インターポーザとICチップやインターポーザとパッケージ基板を接合するはんだ等の各構成材料を同一とし、それらのヤング率、ポアソン比、熱膨張係数、厚みを入力して計算を行った)を行なったところ、インターポーザを構成する絶縁性基材のヤング率が、前記した範囲内であると、ICチップ、インターポーザと樹脂製パッケージ基板の温度変化に対する各変形量が、 $IC \leq$ インターポーザ $<<$ パッケージ基板の関係となる。つまり、ICと樹脂製パッケージ基板間に、上述の範囲のヤング率を有するインターポーザを介在させることで、ICの変形量に対して、樹脂製パッケージの変形量が大きくても、インターポーザは変形しにくいので、ICと樹脂製パッケージの熱膨張差に起因する熱応力は、ICの樹脂層には伝わりにくくなる。従って、ICの樹脂の破壊を防止するのに、ICとパッケージ基板間に高ヤング率なインターポーザを介在することは有効である。

インターポーザを構成する絶縁性基材のヤング率が、55GPa未満だと、ヤング率が低いため、パッケージ基板とICチップとの間にインターポーザを介しても、インターポーザの変形量が大きくなり、ICの配線層の樹脂に応力が到達する。一方、440GPaを越えると、インターポーザとパッケージ基板間の半田バンプに応力が集中して、そこで亀裂、断線が発生する。

インターポーザは、ICの外部電極と樹脂製パッケージ基板の接続パッドを真っ直ぐスルーホール導体で電氣的に接続する構造となっている。スルーホール導体は、インターポーザを構成する絶縁性基材に比べて、低ヤング率の導電性物質で形成されている。このため、インターポーザを構成する絶縁性基材は、IC直下部とIC直下以外部で、ヤング率や熱膨張係数が異なっている。そのため、ICの周辺直下部を起点として、インターポーザを構成する絶縁性基材が反り易い。その反り量は厚みにも依存するため、インターポーザを構成する絶縁性基材のヤング率が55〜440GPaの範囲内であっても、インターポーザを構成する絶縁性基材の厚みが、樹脂製パッケージ基板厚み $\times 0.05$ 未満となると、その厚みが薄いため、変形量や反り量が大きくなる。その結果、ICは、外方向に引っ張られる力や曲げられる力を受けることとなり、ICの配線層の樹脂に亀裂、断線が発生する。

インターポーザを構成する絶縁性基材のヤング率が55〜440GPaの範囲内であっても、その厚みが、樹脂製パッケージ基板厚み $\times 0.05$ 以上になると、厚みがあるため、インターポーザを構成する絶縁性基材は、剛性が増す。そのため、インターポーザを構成する絶縁性基材のIC直下部とそれ以外部で物性が異なることにより発生する変形及び反りが少なくなる。それ故、ICがインターポーザと一緒に変形したり反ったりする量が小さくなるので、ICの配線層の樹脂に亀裂、断線が発生することがない。

インターポーザを構成する絶縁材料の厚みは、パッケージ基板のコアの厚み $\times 0.08$ 以上であることが望ましい。それは、パッケージ基板は、コア基板が主体であるため、パッケージ基板の変形は、コア基板に依存するからである。

一方、インターポーザの厚みが、パッケージ基板厚み $\times 1.5$ を超えると、インターポーザが反らない。このため、ICとインターポーザ間の熱膨張係数差に起因する応力がZ方向に緩和することなくX-Y方向に集中する(ここで、X-Y方向はインターポー

ザ表面と平行な方向を言う)こととなり、ICの配線層の樹脂に亀裂、断線が発生する。また、半導体装置全体が厚くなるので、薄型化の要求に応えられない。他の理由としては、絶縁性基材が厚くなると小径の貫通孔を形成することが難しいので、ファイン化に不向きとなる。

- [0008] インターポーザを構成する絶縁性基材の材料は、ヤング率が、55ー440GPaであれば、特に限定することはないが、例えば、パイレックス(登録商標)ガラス、SF₂ガラス、BK7ガラス、MGF₂ガラス等のガラス基板、ジルコニア、窒化アルミニウム、窒化珪素、炭化珪素、アルミナ、ムライト、コージライト、ステアタイト、LTCC基板(低温焼成セラミック基板)、フォルステライト等のセラミック基板やオレフィン樹脂、エポキシ樹脂、ポリイミド樹脂、フェノール樹脂、BT樹脂等の熱硬化性樹脂をガラスクロス等の心材に含浸させた基板やさらにガラスフィラー、アルミナ、ジルコニア等の無機フィラーを分散させた基板が挙げられる。
- [0009] この内、インターポーザの出発材料としては、焼成済みのセラミック基板やガラス基板を用いるのが好適である。貫通孔形成後、収縮や寸法変化を引き起こす高温処理がないので、貫通孔の位置精度を高めることができる。また、パイレックス(登録商標)ガラス、ムライト、コージライト、ステアタイト、フォルステライト等のガラス成分含有セラミック基板をインターポーザに用いると、誘電率が低いので、高速信号を伝送する際、有利となる。
- [0010] IC等の電子部品とインターポーザ間、インターポーザとパッケージ間の接合部に使うはんだ材料としては、特に限定することはないが、例えば、Sn/Pb, Sn/Ag, Sn, Sn/Cu, Sn/Sb, Sn/In/Ag, Sn/Bi, Sn/In, 銅ペースト, 銀ペースト, 導電性樹脂等が挙げられる。
- [0011] インターポーザを構成する絶縁性基材の大きさは、以下の関係が好ましい。
インターポーザに搭載する電子部品の投影面積 \leq インターポーザを構成する絶縁性基材の面積 \leq パッケージ基板の投影面積 $\times 1$ 、さらには、電子部品の投影面積 $\times 1.2 \leq$ インターポーザを構成する絶縁性基材の面積 \leq パッケージ基板の投影面積 $\times 0.8$ が好適である。
- [0012] インターポーザを構成する絶縁性基材の面積が、電子部品の投影面積未満だと、

電子部品をインターポーザ上に搭載できないからである。インターポーザを構成する絶縁性基材の面積が、電子部品の投影面積 $\times 1.2$ 以上になると、インターポーザと電子部品との間に、段差ができるので、その間にモールド樹脂を充填することが可能となる。モールド樹脂も応力を緩和することができるので、さらに、熱衝撃に対する接合部及び電子部品の寿命が延びる。インターポーザを構成する絶縁性基材の面積が、パッケージ基板の投影面積の0.8倍以下だと、インターポーザとパッケージ本体の間にも段差ができるので、その間にも、モールド樹脂を充填することができる。両者の間にモールド樹脂を充填することで、半導体装置全体として、熱衝撃に対する信頼性が向上する。そして、インターポーザを構成する絶縁性基材の大きさが、パッケージ基板の投影面積を越えると、基板全体が大きくなるので、小型化の要求に応えられない。インターポーザが大きくなると、温度変化に対して変形量が多くなるのでICの絶縁層が破壊しやすい。

- [0013] 上記インターポーザを構成する絶縁性基材は、そのヤング率が、55〜440GPaであって、その厚みは、パッケージ基板厚みの0.05倍以上、1.5倍以下であって、表裏を電気的に接続するスルーホール導体が形成されている貫通孔を有しており、ICの電源、グランド端子に接続している貫通孔の配置は、格子状または、千鳥状であることが好ましい。ピッチは、60〜250 μm が好適である。より好ましくは180 μm 以下である。

貫通孔は、導電性物質で充填してもよいし、貫通孔をめっき等で覆い、その未充填部に絶縁剤あるいは導電性物質を充填した構造でもよい。貫通孔に充填する導電性物質は、特に限定することはないが、導電性ペースト、金属ペーストよりは、例えば、銅、金、銀、ニッケル等の単一の金属もしくは、二種以上からなる金属で充填されていることが好ましい。それは、導電性ペーストと比較して、抵抗が低いため、ICへの電源の供給がスムーズになったり、発熱量が低くなったりするからである。他の理由としては、貫通孔内が金属で完全に充填されているため、金属の塑性変形により、応力を吸収できるからである。

- [0014] インターポーザを構成する絶縁性基材の貫通孔の配置が、格子状または、千鳥状であり、貫通孔間のピッチが、250 μm 以下であると、隣合う貫通孔間の距離が小さく

なるので、インダクタンスが減少し、ICへの電源の供給がスムーズになるからである。ICの電源端子と接続しているスルーホール導体は、隣接する位置にICのグランド端子と接続しているスルーホール導体を配置するのが好適である。また、ICのグランド端子と接続しているスルーホール導体は、隣接する位置にICの電源端子と接続するスルーホール導体を配置するのが好適である。貫通孔間のピッチが、 $250\mu\text{m}$ 以下であると良い他の理由は、貫通孔のピッチを狭ピッチ化しようとする貫通孔の径が小さくなるからである。貫通孔の径が、小さくなると、貫通孔に充填されている導電性物質の径が、小さくなる。すると、導電性物質は、発生した応力により変形しやすくなるので、導電性物質にても、応力緩和が可能となるからである。その径としては、 $30\sim 150\mu\text{m}$ 以下が好ましい。 $30\mu\text{m}$ を下まわると、貫通孔内の導電性物質の強度が無くなり、導電性物質が疲労破壊してしまう。一方、 $150\mu\text{m}$ を越えると、温度変化時における導電性物質と絶縁性基板との膨張、収縮量差が大きくなるので、導電性物質あるいは絶縁性基板が疲労破壊する。貫通孔の径が $125\mu\text{m}$ 以下になると、ICの電源端子、グランド端子と接続している貫通孔の配置を千鳥状または格子状とすることが有効となる。なぜなら、導体抵抗が高くなるので、ICの電源、グランド端子と接続している貫通孔では、発熱量が多くなるからである。貫通孔の配置が格子状、または千鳥状になっていると、それらは均一に配置される。それ故、使用時におけるインターポーザの温度分布が一樣になるため、特定の箇所に応力が集中しないので、ICチップの絶縁層が破損しない。また、均一に貫通孔が形成されているため、ICチップ直下の絶縁性基材の物性(熱膨張係数、ヤング率等)が一樣となる。

- [0015] 絶縁性基材の貫通孔の断面形状としては、少なくとも1端面の開口径が、貫通孔中心の穴径以上であることが好ましい。さらには、1端面の開口径／貫通孔の最小穴径の関係が、 $1.02\sim 5.0$ が好ましい。 1 未満であると、貫通孔内に導電性物質を未充填なく、充填するのが難しい。 1.02 以上となると、貫通孔端面の開口径が、その他の貫通孔部分より大きくなるので、導電性物質の充填が容易に行なわれる。その結果、導電物質内にボイドが発生しにくい。ボイドが発生しにくいので、導体全体の導通抵抗が低くなるし、ボイド近辺でのジュール熱が発生しなくなるので、ICへの電源の供給が、スムーズになり、 3GHz を越える高周波領域での誤動作がなくなる。また、

貫通孔の形状が、テーパ状となっているため、発生した応力は、スルーホール形状に沿って、接合部に到達する事となる。そのため、応力が、直線的に、接合部に到達せず、分散する効果もある。この点から、インターポーザの少なくとも1端面の開口径が、貫通孔の中心部の穴径より、大きい方が、有利である。さらに、両端面の開口径が、中心部の開口径より大きい方が良い。一方、1端面の開口径／貫通孔の最小径が5を越えると、ランド径が大きくなるか、中心部の開口径が小さくなる。前者の場合は、ファイン化に向かなかつたり、インターポーザが大きくなる。サイズが大きくなるとその分応力が大きくなるので、ICの絶縁層が破壊され易くなる。後者の場合は、最小径の部分で導電性物質が断線し易くなる。貫通孔の中心部の穴径より、1端面の方が開口径を大きくするのは、例えば、真っ直ぐ開口するときより、レーザのショット数を少なくすればよい。また、貫通孔の中心部より、両端面の開口径を大きくするには、両面から、例えば、レーザやブラスト等で開口することで可能となる。

発明を実施するための最良の形態

[0016] [実施例]

1. 樹脂製パッケージ基板

樹脂製パッケージ基板10の構成について、実施例1に係る樹脂パッケージ基板10の断面図を示す図1を参照して説明する。樹脂製パッケージ基板は10では、多層コア基板30を用いている。多層コア基板30の表面側に導体回路34、導体層34P、裏面に導体回路34、導体層34Eが形成されている。上側の導体層34Pは、電源用のプレーン層として形成され、下側の導体層34Eは、グランド用のプレーン層として形成されている。更に、多層コア基板30の内部の上面側に内層の導体層16E、下面側に導体層16Pが形成されている。上側の導体層16Eはグランド用のプレーン層として形成され、下側の導体層16Pは電源用のプレーン層として形成されている。電源用のプレーン層34Pとプレーン層16Pとは、電源用スルーホール36Pにより接続される。グランド用のプレーン層34Eとプレーン層16Eとは、グランド用スルーホール36Eにより接続される。多層コア基板30の上下での信号の接続は、信号用スルーホール36Sにより行われる。プレーン層は、片側だけの単層であっても、2層以上に配置したものでよい。2層〜4層で形成されることが望ましい。4層以上では電氣的な特性

の向上が確認されていないことからそれ以上多層にしてもその効果は4層と同等程度である。特に、2層で形成されることが、多層コア基板の剛性整合という点において基板の伸び率が揃えられるので反りが出にくいからである。多層コア基板30の中央には、電氣的に隔絶された金属板12が収容されている(該金属板12は、インバー、42合金等の低熱膨張係数金属からなり、心材としての役目を果たしており、スルーホールやパイアホールなどとの電氣的な接続がされていない。主として、基板の熱膨張係数を下げたり、反りに対する剛性を向上させているのである。その配置は、基板全体に配しても良いし、搭載するIC周辺下に枠状に配しても良い。)。該金属板12に、絶縁樹脂層14を介して上面側に内層の導体層16E、下面側に導体層16Pが、更に、絶縁樹脂層18を介して上面側に導体回路34、導体層34Pが、下面に導体回路34、導体層34Eが形成されている。

[0017] 多層コア基板30の表面の導体層34P、34Eの上には、パイアホール44及び導体回路42の形成された層間樹脂絶縁層40と、パイアホール54及び導体回路52の形成された層間樹脂絶縁層50とが配設されている。該パイアホール54及び導体回路52の上層には溶剤レジスト層60が形成されており、該溶剤レジスト層60の開孔部62を介して、上面側のパイアホール54及び導体回路52に信号用バンパ64S、電源用バンパ64P、グランド用バンパ64Eが形成されている。同様に、下面側のパイアホール54及び導体回路52に信号用外部端子66S、電源用外部端子66P、グランド用外部端子66Eが形成されている。

[0018] スルーホール36E、36P、36Sは、コア基板30に形成した通孔の導体層を形成させ、その空隙内に絶縁樹脂17を充填させて成る。それ以外にも、導電性ペーストもしくはめっきなどにより、スルーホール内を完全に埋めても良い。

[0019] ここで、コア基板30表層の導体層34P、34Eは、厚さ5〜35 μm に形成され、内層の導体層16P、16Eは、厚さ5〜250 μm に形成され、層間樹脂絶縁層40上の導体回路42及び層間樹脂絶縁層50上の導体回路52は5〜25 μm に形成されている。

[0020] 本実施例に用いた樹脂製パッケージ基板は、コア基板30の表層の電源層(導体層)34P、導体層34、内層の電源層(導体層)16P、導体層16Eおよび金属板12を厚くした。これにより、コア基板の強度が増す。従って、コア基板自体を薄くしたとしても

、反りや発生した応力を基板自体で緩和することが可能となる。

[0021] また、導体層34P、34E、導体層16P、16Eを厚くすることにより、導体自体の体積を増やすことができる。その体積を増やすことにより、導体での抵抗を低減することができる。

[0022] 図2は、樹脂製パッケージ基板10にインターポーザ70を取り付けた状態を示す断面図であり、図3は、インターポーザ70にICチップ110を取り付け、樹脂製パッケージ基板10をドータボード120に取り付けた状態を示す断面図である。インターポーザ70は、絶縁性基材80の貫通孔81に導電性物質84を充填してなるパイアホール72の上面にランド74を下面に電源用ランド76P、信号用ランド76S、グランド用ランド76Eを配置することで構成されている。樹脂製パッケージ基板10とインターポーザ70の間には樹脂製のアンダーフィル68が充填されている。インターポーザ70の上面側のランド74には半田114を介して、ICチップ110のランド112が接続されている。インターポーザ70とICチップ110の間には樹脂製のアンダーフィル69が充填されている。

[0023] 樹脂製パッケージ基板10の上面側の信号用バンプ64S、電源用バンプ64P、グランド用バンプ64Eには、インターポーザ70の信号用ランド76S、電源用ランド76P、グランド用ランド76Eへ接続される。一方、樹脂製パッケージ基板10の下側の信号用外部端子66S、電源用外部端子66P、グランド用外部端子66Eには、ドータボード120の信号用ランド122S、電源用ランド122P、グランド用ランド122Eへ接続されている。この場合における外部端子とは、PGA、BGA、半田バンプ等を指している。

[0024] 実施例1の樹脂製パッケージ基板10では、導体層34P、16Pを電源層として用いることで、ICチップ110への電源の供給能力が向上させることができる。そのため、該パッケージ基板10上にICチップ110を実装したときに、ICチップ110ー基板10ードータボード120側電源までのループインダクタンスを低減することができる。そのため、初期動作における電源不足が小さくなるため、電源不足が起き難くなり、そのために高周波領域のICチップを実装したとしても、初期起動における誤動作やエラーなどを引き起こすことがない。更に、導体層34E、16Eをグランド層として用いることで、ICチップの信号、電力供給にノイズが重畳しなくなり、誤動作やエラーを防ぐこと

ができる。更に図示しないコンデンサを実装することにより、コンデンサ内の蓄積されている電源を補助的に用いることができるので、電源不足を起しにくくなる。

- [0025] 図4に図3中のICチップ110、インターポーザ70、樹脂製パッケージ基板10の平面図を示す。樹脂製パッケージ基板の外形サイズは40mm×40mmで、厚みは1.0mmである。なお、コア基板の厚みは0.8mmである。インターポーザを構成する絶縁性基材70の外形サイズは28mm×28mmで、厚みは100 μ m、ICチップ110の外形サイズは20mm×20mmである。
- [0026] 図5(A)にインターポーザ70の一部平面例を示す。ここでは、ICの電源端子、グランド端子と接続している一部の貫通孔を示している。インターポーザのランド74(貫通孔81)は、格子状に配置され、ピッチP1は、例えば175 μ mに設定されている。図5(B)は、別例に係るインターポーザの平面図を示す。インターポーザのランド74(貫通孔81)は、千鳥状に配置され、ピッチP2は、例えば120 μ mに設定されている。+はICの電源端子と接続している貫通孔、-はICのグランド端子と接続している貫通孔である。
- [0027] 実施例1では、ICチップ110とパッケージ基板10を接合するのにインターポーザ70を介在しているため、応力がICチップ110とインターポーザ70間の接合部(半田114)とインターポーザ110とパッケージ基板10間の接合部(信号用バンプ64S、電源用バンプ64P、グランド用バンプ64E)の2箇所分散する。そして、さらに、ヤング率=55GPaであって、パッケージ基板厚み×0.05のインターポーザ70を介在することで、セラミック製ICチップ110と樹脂製パッケージ基板10間の熱膨張差による応力をインターポーザ70が受けとめて、ICチップ110の配線層の樹脂に、応力を伝達しない。その結果、ICチップの配線層の樹脂に亀裂、断線が発生しない。
- [0028] 2. インターポーザの作成

[実施例1] ヤング率=55GPa, 外形サイズ=32mm×32mm、インターポーザの厚み=50 μ m

実施例1のインターポーザの製造工程について図6を参照して説明する。

(1)ビスフェノールA型エポキシ樹脂100重量部とイミダゾール型硬化剤5重量部とアルミナフィラー60重量部を混合し、該樹脂をガラスクロスに含浸後、乾燥して、Bステ

ージとしたプリプレグ80と、銅箔78とを積層して加熱加圧プレスすることにより得られる硬化済みの片面銅張積層板80Aを出発材料として用いる(図6(A))。この絶縁性基材80の厚さは50 μ m、銅箔78の厚さは12 μ mである。このインターポーザを構成する絶縁性基板のヤング率は、JISに従い、3点曲げ法にて、測定したところ、55GPaであった。なお、ヤング率測定には、1mm厚の絶縁性基材を用いた。

- [0029] (2) ついで、絶縁材側から、表1の条件にて、炭酸ガスレーザ照射を行って、絶縁性基材80を貫通して銅箔78に至るパイアホール形成用開口81を形成し、さらにその開口81内を紫外線レーザ照射によってデスミア処理した(図6(B))。この実施例1においては、パイアホール形成用の開口の形成には、三菱電機製の高ピーク短パルス発振型炭酸ガスレーザ加工機を使用し、基材厚50 μ mのガラス布エポキシ樹脂基材に、マスクイメージ法で絶縁材側からレーザビーム照射して100穴/秒のスピードで、125 μ mのパイアホール形成用の開口を形成した。その配置は、ICの外部電極に1:1で対応した位置に180 μ mピッチに形成した。なお、ICの電源、グランド用端子は格子状である。パイアホール形成後、デスミア処理を行なった。デスミア処理用のYAG第3高調波を用いた紫外線レーザ照射装置は、三菱電機社製のGT605LDXを使用し、そのデスミア処理のためのレーザ照射条件は、発信周波数が5KHz、パルスエネルギーが0.8mJ、ショット数が10であった。

[表1]

マスク径	ϕ 1.4mm
パルスエネルギー	2.0mJ / パルス
ショット数	7ショット

- [0030] (3) デスミア処理を終えた基板に対して、銅箔をPETフィルム85で保護してから、銅箔78をめっきリードとして、以下のめっき液と条件にて、電解銅めっき処理を施して、開口81の上部にわずかの隙間を残して、その開口81内に電解銅めっき84を充填してパイアホール72を形成する(図6(C))。

[電解めっき液]

硫酸 2.24 mol/l

硫酸銅 0.26 mol/l

添加剤 19.5 ml/l(アテックジャパン社製、カパラシドGL)

[電解めっき条件]

電流密度 6.5 A/dm²

時間 30 分

温度 22±2 °C

- [0031] (4)さらに、銅めっき上84に、塩化ニッケル30g/l、次亜リン酸ナトリウム10g/l、クエン酸ナトリウム10g/lからなるpH=5の無電解ニッケルめっき液に20分間浸漬して、5 μmのニッケルめっき層86を形成した。さらに、その基板を、シアン化金カリウム2g/l、塩化アンモニウム75g/lクエン酸ナトリウム50g/l、次亜リン酸ナトリウム10g/lからなる無電解金めっき液に93°Cの条件で23秒間浸漬して、ニッケルめっき層上に厚さ0.03 μmの金めっき層87を形成した。金めっき87を施した後、以下のめっき液と条件で、金めっき層87上に、すずめっき88を30 μm析出させ、ランド74を形成した(図6(D))。すずめっき88はなしでもよい。

[電解めっき液]

硫酸 105ml/l

硫酸すず 30g/l

添加剤 40 ml/l

[電解めっき条件]

電流密度 5 A/dm²

時間 45 分

温度 22±2 °C

- [0032] (5)その後、銅箔78上のPETフィルム85を剥離し、銅箔78にドライフィルムを貼り付け、露光現像後、銅箔78をアルカリエッチング液にてエッチング処理を施して、ランド76P、76S、76Eを形成した。

(6)最後に、32mm×32mmに外形加工を行い、インターポーザとした。

- [0033] [実施例2] ヤング率=55GPa, 外形サイズ=32mm×32mm、インターポーザの厚み=64 μm

実施例2のインターポーザは、実施例1において、出発材料の基板厚みを64 μmと

した。それに伴い、貫通孔を形成するレーザ条件を下表の条件に変更した。また、貫通孔に導電剤を充填するめっき時間は、基板厚みに合わせて変更した。それ以外は、実施例1と同じである。

[表2]

「レーザ条件」

マスク径	φ 1. 4 mm
パルスエネルギー	2. 0 m J / パルス
ショット数	9 ショット

[0034] [実施例3] ヤング率=55GPa, 外形サイズ=32mm×32mm、インターポーザの厚み=100 μ m

実施例3のインターポーザは、実施例1において、出発材料の基板厚みを100 μ mとした。それに伴い、貫通孔を形成するレーザ条件を下表の条件に変更した。また、貫通孔に導電剤を充填するめっき時間は、基板厚みに合わせて変更した。それ以外は、実施例1と同じである。

[表3]

「レーザ条件」

マスク径	φ 1. 4 mm
パルスエネルギー	2. 0 m J / パルス
ショット数	1 4 ショット

[0035] [実施例4] ヤング率=55GPa, 外形サイズ=32mm×32mm、インターポーザの厚み=400 μ m

実施例4のインターポーザは、実施例1において、出発材料の基板厚みを400 μ mとした。それに伴い、貫通孔を形成するレーザ条件を下表の条件に変更した。また、貫通孔に導電剤を充填するめっき時間は、基板厚みに合わせて変更した。それ以外は、実施例1と同じである。

[表4]

「レーザ条件」

マスク径	φ 1. 4 mm
パルスエネルギー	2. 0 m j / パルス
ショット数	6 0 ショット

[0036] [実施例5] ヤング率=55GPa, 外形サイズ=32mm×32mm、インターポーザの厚み=1000 μ m

実施例5のインターポーザは、実施例1において、出発材料の基板厚みを1000 μ mとした。それに伴い、貫通孔を形成するレーザ条件を下表の条件に変更した。また、貫通孔に導電剤を充填するめっき時間は、基板厚みに合わせて変更した。それ以外は、実施例1と同じである。

[表5]

「レーザ条件」

マスク径	φ 1. 4 mm
パルスエネルギー	2. 0 m j / パルス
ショット数	1 5 0 ショット

[0037] [実施例6] ヤング率=55GPa, 外形サイズ=32mm×32mm、インターポーザの厚み=1500 μ m

実施例6のインターポーザは、実施例1において、出発材料の基板厚みを1500 μ mとした。それに伴い、貫通孔を形成するレーザ条件を下表の条件に変更した。また、貫通孔に導電剤を充填するめっき時間は、基板厚みに合わせて変更した。それ以外は、実施例1と同じである。

[表6]

「レーザ条件」

マスク径	φ 1. 4 mm
パルスエネルギー	2. 0 m j / パルス
ショット数	2 3 0 ショット

[0038] [実施例7] ヤング率=200GPa, 外形サイズ=32mm×32mm、インターポーザの

厚み = 50 μ m

実施例7のインターポーザの製造方法を図7及び図8を参照して説明する。

(1) 32mm×32mm×厚さ50 μ mの焼成済みのジルコニア基板(日本ファインセラミック社製)80Bを出発材料(図7(A))とした。この絶縁性基板のヤング率は、JISに従い、3点曲げ法にて、測定したところ、200GPaであった。なお、ヤング率測定には、1mm厚の絶縁性基材を用いた。この基板80Bの一面にウレタン系のレジスト79を貼り付け、通常の写真法により、ICの外部電極に対応する位置に、125 μ m径の開口部81aを形成した(図7(B))。

- [0039] (2) ついで、レジスト79を形成してある側から、新東ブレーター社製のサンドブラスト装置で、下記の条件にて、サンドブラスト処理を行なって、125 μ mのパイアホール形成用の開口81を形成した。その配置は、ICの外部電極に1:1で対応した位置に180 μ mピッチに形成した(図7(C))。なお、ICの電源とグランド端子は格子状配置であった。その後レジスト79を剥離した。

[表7]

「サンドブラスト条件」

砥粒	合成ダイヤモンド
砥粒径	平均粒径 25 μ m
圧力	0.2 MPa
ショット数	7

- [0040] (3) パイアホール形成用の開口81を形成した基板全表面に、先ず、スパッタにより0.1 μ mのクロム被膜を形成し、続いてそのクロム被膜上に0.14 μ mのニッケル被膜(クロム被膜及びニッケル被膜を被膜82として表す)を蒸着した(図7(D))。
- [0041] (4) 次に、以下の組成の無電解銅めっき水溶液中に、基板を浸漬し、ニッケル被膜上に厚さ0.6〜3.0 μ mの無電解銅めっき膜83を形成した(図7(E))。

[無電解めっき水溶液]

200 mol/l硫酸銅

0.800 mol/lEDTA

0.030 mol/lHCHO

050 mol/lNaOH

100 mol/l α 、 α' -ピピリジル

100 mg/l ポリエチレングリコール(PEG) 0.10 g/l

[無電解めっき条件]

34℃の液温度で40分

- [0042] (4) 次に、無電解銅めっき膜83上に、貫通孔81内に優先的に析出するめっき液とめっき条件を用いて、貫通孔81内の充填と基材80Bの表面に、電解銅めっき84を形成した(図8(A))。

[電解めっき液]

硫酸 150g/l

硫酸銅 160g/l

添加剤 19.5 ml/l

[電解めっき条件]

電流密度 6.5A/dm²

時間 80分

温度 22±2℃

攪拌 噴流攪拌

- [0043] (5) その後、基板80Bの一面は、PETフィルム85で保護し、他面のみを、基材80Bの表面が露出するまで研磨を行なった(図8(B))。

- [0044] (6) さらに、貫通孔81の銅めっき84上に、ニッケル86(5 μ m)、金めっき87(0.03 μ m)を施した後、他面の銅をリードとして、すずめっき(実施例1と同条件)88を30 μ m析出させ、ランド74を形成した(図8(C))。すずめっき88はなしでもよい。

- [0045] (7) その後、PETフィルム85を剥離し、PETフィルム85下にあった電気銅84にドライフィルムを貼り付け、露光現像後、電気銅めっき層と無電解銅めっき層をアルカリエッチング液にてエッチング処理を施して、ランド76P、76S、76Eを形成した(図8(D))。

- [0046] [実施例8] ヤング率=200GPa、外形サイズ=32mm×32mm、インターポーザの厚み=64 μ m

実施例8のインターポーザは、実施例7において、出発材料の基板厚みを64 μ mと

した。それに伴い、貫通孔を形成するサンドブラスト条件を下表の条件に変更した。また、貫通孔に導電剤を充填するめっき時間は、基板厚みに合わせて変更した。それ以外は、実施例7と同じである。

[表8]

「サンドブラスト条件」

砥粒	合成ダイヤモンド
砥粒径	平均粒径 $25\ \mu\text{m}$
圧力	$0.2\ \text{MPa}$
ショット数	9

[0047] [実施例9] ヤング率=200GPa, 外形サイズ=32mm×32mm、インターポーザの厚み=100 μm

実施例9のインターポーザは、実施例7において、出発材料の基板厚みを100 μm とした。それに伴い、貫通孔を形成するサンドブラスト条件を下表の条件に変更した。また、貫通孔に導電剤を充填するめっき時間は、基板厚みに合わせて変更した。それ以外は、実施例7と同じである。

[表9]

「サンドブラスト条件」

砥粒	合成ダイヤモンド
砥粒径	平均粒径 $25\ \mu\text{m}$
圧力	$0.2\ \text{MPa}$
ショット数	14

[0048] [実施例10] ヤング率=200GPa, 外形サイズ=32mm×32mm、インターポーザの厚み=400 μm

実施例10のインターポーザは、実施例7において、出発材料の基板厚みを400 μm とした。それに伴い、貫通孔を形成するサンドブラスト条件を下表の条件に変更した。また、貫通孔に導電剤を充填するめっき時間は、基板厚みに合わせて変更した。それ以外は、実施例7と同じである。

[表10]

「サンドブラスト条件」

砥粒	合成ダイヤモンド
砥粒径	平均粒径 $25\ \mu\text{m}$
圧力	$0.2\ \text{MPa}$
ショット数	60

[0049] [実施例11] ヤング率=200GPa, 外形サイズ=32mm×32mm、インターポーザの厚み=1000 μm

実施例11のインターポーザは、実施例7において、出発材料の基板厚みを1000 μm とした。それに伴い、貫通孔を形成するサンドブラスト条件を下表の条件に変更した。また、貫通孔に導電剤を充填するめっき時間は、基板厚みに合わせて変更した。それ以外は、実施例7と同じである。

[表11]

「サンドブラスト条件」

砥粒	合成ダイヤモンド
砥粒径	平均粒径 $25\ \mu\text{m}$
圧力	$0.2\ \text{MPa}$
ショット数	150

[0050] [実施例12] ヤング率=200GPa, 外形サイズ=32mm×32mm、インターポーザの厚み=1500 μm

実施例12のインターポーザは、実施例7において、出発材料の基板厚みを1500 μm とした。それに伴い、貫通孔を形成するサンドブラスト条件を下表の条件に変更した。また、貫通孔に導電剤を充填するめっき時間は、基板厚みに合わせて変更した。それ以外は、実施例7と同じである。

[表12]

「サンドブラスト条件」

砥粒	合成ダイヤモンド
砥粒径	平均粒径 $25\ \mu\text{m}$
圧力	$0.2\ \text{MPa}$
ショット数	230

[0051] [実施例13] ヤング率=440GPa, 外形サイズ=32mm×32mm、インターポーザ

の厚み = $50\text{ }\mu\text{m}$

実施例13の出発材料の製法について先ず説明する。

(a)平均粒径が $0.3\text{ }\mu\text{m}$ のSiC粉末1Kgに、アクリル系バインダ220g、焼結助剤としての B_4C を40g及びアルコール系溶剤を400ml混合した。この混合物をボールミルで均一に混合することにより、高粘度の原料スラリーを作成した。

(b)次に、ドクターブレード法に従って、原料スラリーからグリーンシート($52\sim 57\text{ }\mu\text{m}$)を成形した。

(c)次に、グリーンシートを脱脂した後、 2100°C 、圧力18MPaでホットプレスし、本焼成した。これにより、インターポーザの出発材料を得た。この絶縁性基材は、厚さが $50\text{ }\mu\text{m}$ で、サイズが $32\times 32\text{mm}$ であった。焼成後、研磨により絶縁性基板の厚みを調整してもよい。別途、(b)で $1.05\sim 1.15\text{mm}$ 厚のグリーンシートを作成し、(c)の処理を施して、ヤング率測定用サンプルとした。このサンプルをJISに従い、3点曲げ法にて、ヤング率を測定したところ440GPaであった。

(1)実施例13のインターポーザは、実施例7において、出発材料を、先の(c)で得られた外形サイズ = $32\text{mm}\times 32\text{mm}$ で、厚さが $50\text{ }\mu\text{m}$ の焼成済みのSiC基板に変更した。それ以外は、実施例7と同じである。

[0052] [実施例14] ヤング率 = 440GPa, 外形サイズ = $32\text{mm}\times 32\text{mm}$ 、インターポーザの厚み = $64\text{ }\mu\text{m}$

(1)出発材料の作成

実施例13(b)のグリーンシート厚を $67\sim 72\text{ }\mu\text{m}$ に変更し、その後(c)工程を施し $64\text{ }\mu\text{m}$ 厚のSiC基板を得た。

(2)インターポーザの作成

実施例8において、出発材料を先の(1)で作成したものに変更した。それ以外は実施例8と同様である。

[0053] [実施例15] ヤング率 = 440GPa, 外形サイズ = $32\text{mm}\times 32\text{mm}$ 、インターポーザの厚み = $100\text{ }\mu\text{m}$

(1)出発材料の作成

実施例13(b)のグリーンシート厚を $103\sim 113\text{ }\mu\text{m}$ に変更し、その後(c)工程を施し

100 μ m厚のSiC基板を得た。

(2) インターポーザの作成

実施例9において、出発材料を先の(1)で作成したものに変更した。それ以外は実施例9と同様である。

[0054] [実施例16] ヤング率=440GPa, 外形サイズ=32mm×32mm、インターポーザの厚み=400 μ m

(1) 出発材料の作成

実施例13(b)のグリーンシート厚を415〜450 μ mに変更し、その後(c)工程を施し400 μ m厚のSiC基板を得た。

(2) インターポーザの作成

実施例10において、出発材料を先の(1)で作成したものに変更した。それ以外は実施例10と同様である。

[0055] [実施例17] ヤング率=440GPa, 外形サイズ=32mm×32mm、インターポーザの厚み=1000 μ m

(1) 出発材料の作成

実施例13(b)のグリーンシート厚を1030〜1150 μ mに変更し、その後(c)工程を施し1000 μ m厚のSiC基板を得た。

(2) インターポーザの作成

実施例11において、出発材料を先の(1)で作成したものに変更した。それ以外は実施例11と同様である。

[0056] [実施例18] ヤング率=440GPa, 外形サイズ=32mm×32mm、インターポーザの厚み=1500 μ m

(1) 出発材料の作成

実施例13(b)のグリーンシート厚を1550〜1700 μ mに変更し、その後(c)工程を施し1500 μ m厚のSiC基板を得た。

(2) インターポーザの作成

実施例12において、出発材料を先の(1)で作成したものに変更した。それ以外は実施例12と同様である。

- [0057] [実施例19] ヤング率=200GPa, 外形サイズ=24mm×24mm、インターポーザの厚み=100 μ m
実施例19のインターポーザは、実施例9において、外形のサイズを24mm×24mmにした以外は、実施例9と同じである。
- [0058] [実施例20] ヤング率=200GPa, 外形サイズ=20mm×20mm、インターポーザの厚み=100 μ m
実施例20のインターポーザは、実施例9において、外形のサイズを20mm×20mmにした以外は、実施例9と同じである。
- [0059] [実施例21] ヤング率=200GPa, 外形サイズ=40mm×40mm、インターポーザの厚み=100 μ m
実施例21のインターポーザは、実施例9において、外形のサイズを40mm×40mmにした以外は、実施例9と同じである。
- [0060] 「実施例22」ヤング率=310GPa、外形サイズ32×32mm、インターポーザ厚み=400 μ m
(1) 平均粒径が1.4 μ mのALN粉末(トクヤマ社製)1kgに、アクリル系バインダ220g、焼結助剤としてのY₂O₃を50g及びアルコール系溶剤を400mL混合した。この混合物をボールミルで均一に混練することにより、高粘度の原料スラリーを作成した。
- [0061] (2) 次に、ドクターブレード法に従って、原料スラリーからグリーンシート80 γ (410〜460 μ m)を成形した(図9(A)参照)。
- [0062] (3) グリーンシート80 γ に、パンチング加工かレーザ加工かドリル加工により、ICの外部電極に対応する位置に1:1で貫通孔81(ϕ 125 μ m)を形成した(図9(B)参照)。なお、ICの電源、グランド用端子は格子状配置であった。
- [0063] (4) 次に、平均粒径が3 μ mのタングステン粉末100gに、アクリル系バインダ2g、エーテル系溶剤3ml、及びエーテル系分散剤0.1gを混合した。この混合物を三本ロール混合機で均一に混練して、導体回路形成用のタングステンペーストPとした。
- [0064] (5) そして、スクリーン印刷機を用いて、グリーンシート80 γ の貫通孔81 γ にペーストPを印刷した。これにより、図9(C)に示すように、貫通孔81 γ 内がペーストPで充填されると共に、貫通孔81 γ の上下面にペーストPで円盤部分が形成された。

[0065] (6)次に、グリーンシート80 γ を乾燥機内に装入し、そのグリーンシート80 γ を5.0 $^{\circ}\text{C}/\text{分}$ の昇温速度で加熱した。そして、乾燥機内の温度が150 $^{\circ}\text{C}$ に達してから約24時間その温度を保持して、グリーンシート80 γ を十部に乾燥させ、その後、室温まで放冷した。

[0066] (7)続いて、グリーンシート80 γ を不活性雰囲気下にて1,600 $^{\circ}\text{C}$ 、5時間の脱脂・仮焼成を施した。さらに、仮焼成されたグリーンシートを同雰囲気下にて1,850 $^{\circ}\text{C}$ 、3時間本焼成した。これにより、ALN製のインターポーザ70を得た(図9(D)参照)。このインターポーザ70は、厚みが400 μm で、サイズが32 \times 32mmであった。

[0067] (ヤング率測定)

上記、(1)、(2)、(6)、(7)の工程により、1mm厚のALN基板を作製し、JISに従い、3点曲げ法にて測定した。その結果は、310GPaであった。なお、(2)のグリーンシートの厚みは、1.02 \sim 1.15mmで作製した。

[0068] 「実施例23」ヤング率=310GPa、外形サイズ32 \times 32mm、インターポーザ厚み=50 μm

(1)実施例23のインターポーザは、実施例7において、出発材料を、外形サイズ=32 \times 32mmで、厚さが50 μm の焼結済のALN基板に変更した。このALN基板は、実施例22中の(1)、(2)、(6)、(7)の工程により作製した。なお、(2)中のグリーンシートの厚みは、52 \sim 57 μm とした。焼結後、研磨により絶縁性基材の厚みを調整してもよい。それ以外は、実施例7と同じである。

[0069] 「実施例24」ヤング率=310GPa、外形サイズ32 \times 32mm、インターポーザ厚み=64 μm

(1)実施例24のインターポーザは、実施例8において、出発材料を、外形サイズ=32 \times 32mmで、厚さが64 μm の焼結済のALN基板に変更した。このALN基板は、実施例22中の(1)、(2)、(6)、(7)の工程により作製した。なお、(2)中のグリーンシートの厚みは、67 \sim 72 μm とした。焼結後、研磨により絶縁性基材の厚みを調整してもよい。それ以外は、実施例8と同じである。

[0070] 「実施例25」ヤング率=310GPa、外形サイズ32 \times 32mm、インターポーザ厚み=100 μm

(1) 実施例25のインターポーザは、実施例9において、出発材料を、外形サイズ=32×32mmで、厚さが100 μ mの焼結済のALN基板に変更した。このALN基板は、実施例22中の(1)、(2)、(6)、(7)の工程により作製した。なお、(2)中のグリーンシートの厚みは、103～113 μ mとした。焼結後、研磨により絶縁性基材の厚みを調整してもよい。それ以外は、実施例9と同じである。

[0071] 「実施例26」ヤング率=310GPa、外形サイズ32×32mm、インターポーザ厚み=400 μ m

(1) 実施例26のインターポーザは、実施例10において、出発材料を、外形サイズ=32×32mmで、厚さが400 μ mの焼結済のALN基板に変更した。このALN基板は、実施例22中の(1)、(2)、(6)、(7)の工程により作製した。なお、(2)中のグリーンシートの厚みは、415～450 μ mとした。焼結後、研磨により絶縁性基材の厚みを調整してもよい。それ以外は、実施例10と同じである。

[0072] 「実施例27」ヤング率=310GPa、外形サイズ32×32mm、インターポーザ厚み=1000 μ m

(1) 実施例27のインターポーザは、実施例11において、出発材料を、外形サイズ=32×32mmで、厚さが1000 μ mの焼結済のALN基板に変更した。このALN基板は、実施例22中の(1)、(2)、(6)、(7)の工程により作製した。なお、(2)中のグリーンシートの厚みは、1030～1150 μ mとした。焼結後、研磨により絶縁性基材の厚みを調整してもよい。それ以外は、実施例11と同じである。

[0073] 「実施例28」ヤング率=310GPa、外形サイズ32×32mm、インターポーザ厚み=1500 μ m

(1) 実施例28のインターポーザは、実施例12において、出発材料を、外形サイズ=32×32mmで、厚さが1500 μ mの焼結済のALN基板に変更した。このALN基板は、実施例22中の(1)、(2)、(6)、(7)の工程により作製した。なお、(2)中のグリーンシートの厚みは、1550～1700 μ mとした。焼結後、研磨により絶縁性基材の厚みを調整してもよい。それ以外は、実施例12と同じである。

[0074] 「実施例29」ヤング率=55GPa、外形サイズ32×32mm、インターポーザ厚み=50 μ m

(1) 実施例29のインターポーザは、実施例7において、出発材料を、外形サイズ＝ 32×32 mmで、厚さが $50 \mu\text{m}$ のSF2ガラス基板(Schott社製、ガラスコード;648339)に変更した。厚みは、研磨により調整した。この絶縁性基板のヤング率は、3点曲げ法にて、測定したところ、55GPaであった。なお、ヤング率の測定には、1mm厚の絶縁性基材を用いた。それ以外は、実施例7と同じである。

[0075] 「実施例30」ヤング率＝55GPa、外形サイズ 32×32 mm、インターポーザ厚み＝ $64 \mu\text{m}$

(1) 実施例30のインターポーザは、実施例8において、出発材料を、外形サイズ＝ 32×32 mmで、厚さが $64 \mu\text{m}$ のSF2ガラス基板(Schott社製、ガラスコード;648339)に変更した。厚みは、研磨により調整した。それ以外は、実施例8と同じである。

[0076] 「実施例31」ヤング率＝55GPa、外形サイズ 32×32 mm、インターポーザ厚み＝ $100 \mu\text{m}$

(1) 実施例31のインターポーザは、実施例9において、出発材料を、外形サイズ＝ 32×32 mmで、厚さが $100 \mu\text{m}$ のSF2ガラス基板(Schott社製、ガラスコード;648339)に変更した。厚みは、研磨により調整した。それ以外は、実施例9と同じである。

[0077] 「実施例32」ヤング率＝55GPa、外形サイズ 32×32 mm、インターポーザ厚み＝ $400 \mu\text{m}$

(1) 実施例32のインターポーザは、実施例10において、出発材料を、外形サイズ＝ 32×32 mmで、厚さが $400 \mu\text{m}$ のSF2ガラス基板(Schott社製、ガラスコード;648339)に変更した。厚みは、研磨により調整した。それ以外は、実施例10と同じである。

[0078] 「実施例33」ヤング率＝55GPa、外形サイズ 32×32 mm、インターポーザ厚み＝ $1000 \mu\text{m}$

(1) 実施例33のインターポーザは、実施例11において、出発材料を、外形サイズ＝ 32×32 mmで、厚さが $1000 \mu\text{m}$ のSF2ガラス基板(Schott社製、ガラスコード;648339)に変更した。厚みは、研磨により調整した。それ以外は、実施例11と同じである。

[0079] 「実施例34」ヤング率＝55GPa、外形サイズ 32×32 mm、インターポーザ厚み＝ $1500 \mu\text{m}$

(1) 実施例34のインターポーザは、実施例12において、出発材料を、外形サイズ＝ 32×32 mmで、厚さが $1500 \mu\text{m}$ のSF2ガラス基板(Schott社製、ガラスコード;648339)に変更した。厚みは、研磨により調整した。それ以外は、実施例12と同じである。

[0080] 「実施例35～40」

実施例7～12の出発材料をパイレックスガラス基板(コーニング社製)に変更した。この絶縁性基材のヤング率は、JISに従い、3点曲げ法にて測定したところ65.5GPaであった。

[0081] 「実験例1」

インターポーザの貫通孔形成エリアと貫通孔の数を実施例9と同じとし、ICの電源、グランド端子と接続する貫通孔の位置をランダム配置とした。この結果、貫通孔が密に存在するエリアと疎に存在するエリアができた。貫通孔の配置位置以外は、実施例9と同様である。

[0082] 「実験例2」

インターポーザの貫通孔形成エリアと貫通孔の数を実施例9と同じとし、ICの電源、グランド端子と接続する貫通孔の位置を千鳥配置とした。貫通孔の配置位置以外は、実施例9と同様である。実験例1、2のインターポーザにICを搭載する時は、インターポーザの貫通孔の配置に合わせたICを用いた。

[0083] [実施例41] ヤング率＝65.5GPa、外形サイズ＝ $32\text{mm} \times 32\text{mm}$ 、インターポーザの厚み＝ $50 \mu\text{m}$ で、貫通孔の端面の開口径／中心の開口径＝1.02

実施例22のインターポーザの製造方法について図10及び図11を参照して説明する。

(1) 出発材料にパイレックスガラス基板(コーニング社製)80Zを用いた(図10(A))。この基板80の両面にウレタン系のレジスト79を貼付し(図10(B))、通常の写真法によりICの外部電極に対応する位置に $125 \mu\text{m}$ の開口部79aを形成した(図10(C))。

[0084] (2) ついで、一面側から、表13の条件にて、サンドブラスト処理を行って、絶縁性基材80のほぼ中央まで開口81aを形成し(図10(D))、その後、他面側から、表14の条件にて、サンドブラスト処理を行って、貫通孔81とした(図11(A))。そして、レジス

ト79を剥離した(図11(B))。貫通孔の基板両端面部と最小部の開口径をキーエンス社製デジタルマイクロスコープ(VH-Z250)で測定した。両端部の開口径が、125.0 μm 、最小部の開口径が122.5 μm であった。以降の工程は、図7(D)～図8を参照して上述した実施例7と同様であるため、説明を省略する。

[表13]

一面からのサンドブラスト条件

砥粒	合成ダイヤモンド
砥粒径	25 μm
圧力	0.2 MPa
ショット数	4ショット

[表14]

他面からのサンドブラスト条件

砥粒	合成ダイヤモンド
砥粒径	25 μm
圧力	0.19 MPa
ショット数	3ショット

[0085] [実施例42] ヤング率=65.5 GPa, 外形サイズ=32mm×32mm、インターポーザの厚み=50 μm で、貫通孔の端面の開口径／中心の開口径=5

(1)実施例42のインターポーザは、実施例41において、インターポーザに貫通孔を形成するサンドブラスト条件を下表15、表16に変更した以外は、実施例41と同じである。

[表15]

一面からのサンドブラスト条件

砥粒	合成ダイヤモンド
砥粒径	平均径25 μm
圧力	0.2 MPa
ショット数	2ショット

[表16]

他面からのサンドブラスト条件

砥粒	合成ダイヤモンド
砥粒径	平均径 25 μm
圧力	0.2 MPa
ショット数	2 ショット

[0086] [実施例43]

実施例43のインターポーザは、実施例42と同様である。実施例42では、パイアホールをめっき充填により製造した。これに対して、実施例43では、基板80の貫通孔81に半田等の低融点金属のペーストを充填することによりパイアホールを製造した。実施例42では、パイアホールが、実施例1〜43と比較して柔らかく、応力吸収能力が高い。

[0087] [比較例1] ヤング率=50GPa, 外形サイズ=32mm×32mm インターポーザの厚み=100 μm

比較例1の製造方法は、実施例1と同様であるため省略する。

(1)ビスフェノールA型エポキシ樹脂100重量部とイミダゾール型硬化剤5重量部とアルミナフィラー50重量部を混合し、該樹脂をガラスクロスに含浸後、乾燥して、Bステージとしたプリプレグ80と、銅箔78とを積層して加熱プレスすることにより得られる片面銅張積層板80Aを出発材料として用いる。この絶縁性基材80の厚さは100 μm 、銅箔78の厚さは12 μm である。この絶縁性基板のヤング率は、JISに従い、3点曲げ法により、測定したところ、50GPaであった。なお、ヤング率測定は、1mm厚の絶縁性基材を用いた。以降の工程は、実施例1と同様である。

[0088] [比較例2] ヤング率=470GPa, 外形サイズ=32mm×32mm、インターポーザ厚み=100 μm

(1)32mm×32mm×厚さ100 μm のサファイア基板(京セラ社製)を出発材料とした。この絶縁性基板のヤング率は、3点曲げ法にて、測定したところ、470GPaであった。なお、ヤング率測定には、1mm厚の絶縁性基材を用いた。それ以外は実施例9に準じて作成した。

[0089] [比較例3] ヤング率=200GPa, 外形サイズ=32mm×32mm、インターポーザの厚み=45 μm

比較例3のインターポーザは、実施例7において、出発材料の基板厚みを $45\mu\text{m}$ とした。それに伴い、貫通孔を形成するサンドブラスト条件を下表17の条件に変更した。また、貫通孔に導電剤を充填するめっき時間は、基板厚みに合わせて変更した。それ以外は、実施例7と同じである。

[表17]

「サンドブラスト条件」

砥粒	合成ダイヤモンド
砥粒径	平均粒径 $25\mu\text{m}$
圧力	0.2MPa
ショット数	6

[0090] [比較例4] ヤング率= 200GPa 、外形サイズ= $32\text{mm}\times 32\text{mm}$ 、インターポーザの厚み= $1600\mu\text{m}$

比較例4のインターポーザは、実施例7において、出発材料の基板厚みを $1600\mu\text{m}$ とした。それに伴い、貫通孔を形成するサンドブラスト条件を下記表18の条件に変更した。また、貫通孔に導電剤を充填するめっき時間は、基板厚みに合わせて変更した。それ以外は、実施例7と同じである。

[表18]

「サンドブラスト条件」

砥粒	合成ダイヤモンド
砥粒径	平均粒径 $25\mu\text{m}$
圧力	0.2MPa
ショット数	250

[0091] [比較例5] ヤング率= 55GPa 、外形サイズ= $15\text{mm}\times 15\text{mm}$ 、インターポーザの厚み= $50\mu\text{m}$

比較例5のインターポーザは、実施例1において、外形加工のサイズを $15\text{mm}\times 15\text{mm}$ にした以外は、実施例1と同じである

[0092] [比較例6] ヤング率= 55GPa 、外形サイズ= $45\text{mm}\times 45\text{mm}$ 、インターポーザの厚み= $50\mu\text{m}$

比較例6のインターポーザは、実施例1において、外形加工のサイズを $45\text{mm}\times 45\text{mm}$ にした以外は、実施例1と同じである

[0093] [比較例7] ヤング率=65. 5GPa, 外形サイズ=32mm×32mm、インターポーザの厚み=50 μ mで、貫通孔の端面の開口径／中心の開口径=5. 5

(1)比較7のインターポーザは、実施例41において、インターポーザに貫通孔を形成するサンドブラスト条件を下記表19、表20に変更した以外は、実施例41と同じである。

[表19]

一面からのサンドブラスト条件

砥粒	合成ダイヤモンド
砥粒径	平均径 25 μ m
圧力	0. 19MPa
ショット数	2ショット

[表20]

他面からのサンドブラスト条件

砥粒	合成ダイヤモンド
砥粒径	平均径 25 μ m
圧力	0. 19MPa
ショット数	2ショット

[0094] [実験例3]

実施例9において、端子数は同じでICの電源、グランド端子と接続する貫通孔のピッチを120 μ mとした。(貫通孔の径は ϕ 60 μ m)これに合わせて後の工程で接続するICチップの電極ピッチも120 μ mのものを使用した。

[0095] [実験例4]

実験例4は実験例3の貫通孔の配置を千鳥状配置にしたものである。

[0096] 3. 半導体装置の作製

図1に示すパッケージ基板10へのインターポーザ及びICチップの取り付けについて図2及び図3を参照して説明する。

(1)例えば図8(D)に示すインターポーザ70(実施例1〜43、実験例1、2、比較例1〜7)を、図1に示すパッケージ基板10に位置合わせして搭載した後、リフローを行って、接続した。

[0097] (2) インターポーザ70と樹脂製パッケージ基板10間に市販の封止剤(アンダーフィル)68を充填した後、80度で15分、続いて、150度で2時間硬化した(図2)。

[0098] (3) 次に、20mm×20mmのICチップ110を、インターポーザ70に位置合わせして搭載した後、リフローを行って、実装した。

最後に、インターポーザ70とICチップ110間に封止剤(アンダーフィル)69を充填して、80度で15分、続いて、150度で2時間硬化した(図3)。

[0099] 4. ヒートサイクル試験

3で作製した各種半導体装置を、ヒートサイクル試験(−55℃*30分⇔120℃*30分)に投入し、パッケージ裏面の測定端子からパッケージ基板内のビアホール、スルーホールを含む配線→インターポーザのスルーホール導体→ICチップの配線→インターポーザのスルーホール導体→パッケージ基板内のビアホール、スルーホールを含む配線→パッケージ裏面の測定端子に至る配線の抵抗値を、ヒートサイクル試験前(初期値)500、1000、1500、2000サイクル後に測定した。この結果を図12、図13、図14の図表に示す。合格は、抵抗のシフト量が±10%以内である。インターポーザを構成する絶縁性基材のヤング率は、55〜440GPaであることが望ましい。本発明者が半導体装置の基板実装時における熱応力の解析を行なったところ、インターポーザのヤング率が、前記した範囲内であると、ICチップ、インターポーザと樹脂製パッケージの熱応力等による各変形量が、IC≒インターポーザ<パッケージ基板の関係となる。このような関係となると、セラミック製ICと樹脂製パッケージ基板間の熱膨張差による応力をインターポーザが受けとめて、ICの配線層の樹脂に、応力を伝達しない。その結果、ICの配線層の樹脂に亀裂、断線が発生しないことが分かった。インターポーザのヤング率が、小さくなると、応力によるインターポーザの変形量が大きくなる。インターポーザのヤング率が55GPa未満となると、ICとインターポーザの変形量の差が大きくなる。そして、その違いにより発生した応力に、ICの配線層の樹脂が耐えきれなくなり、ICの配線層の樹脂に亀裂、断線が発生することが分かった。440GPaを越えると、インターポーザの剛性が高すぎてICの絶縁層の樹脂に亀裂、断線することが分かった。

[0100] ヒートサイクル500サイクル後の実施例1〜43と比較例1〜4を比較すると、実施

例1〜43では、いずれも○以上であるのに対し、比較例1〜4は、いずれも×である。これより、インターポーザの絶縁性基材のヤング率が55〜440GPaであって、その厚みがパッケージ基板の0.05倍から1.5倍の範囲であると、IC搭載基板の耐ヒートサイクル性が向上することがわかる。

また、実施例9、19、20、21の比較から、絶縁性基材の大きさは、ICチップより大きくパッケージ基板より小さいことが好ましいことが分る。

また、実施例9と実験例1の比較から、貫通孔の配置により、IC実装基板の耐ヒートサイクル性が異なることがわかる。格子状や千鳥状に配置した方が好ましい。

[0101] 5. 封止剤中のボイド確認

ヒートサイクル試験後、実施例9、19、20、21の半導体装置(100個)を、IC側から封止剤の約1/2の厚さのところまで、平面研磨して封止剤中のボイドの発生率を測定した(ボイドがあった半導体装置数/100×100)。

[表21]

封止剤中のボイド発生率

実施例	ボイド発生率 (%)
実施例 9	0
実施例 19	0
実施例 20	1.4
実施例 21	1.9

[0102] この結果より、インターポーザの大きさにより、封止剤の充填性が変化し、それが、接続信頼性に影響していることがわかる。即ち、インターポーザに搭載する電子部品の投影面積 \leq インターポーザを構成する絶縁性基材の面積 \leq パッケージ基板の投影面積 $\times 1$ 、さらには、電子部品の投影面積 $\times 1.2 \leq$ インターポーザを構成する絶縁性基材の面積 \leq パッケージ基板の投影面積 $\times 0.8$ が好適であることが確認できた。

[0103] 6. 導電性物質中のボイド確認

実施例35、41、42と比較例7の絶縁性基材の貫通孔部を100個断面研磨して、ボイドの発生率を測定した(ボイドがあった貫通孔数/100 × 100)。

[表22]

導電性物質内のボイド

実施例 比較例	ボイド発生率 (%)
実施例 3 5	7
実施例 4 1	0
実施例 4 2	0
比較例 7	3 2

[0104] この結果より、貫通孔の断面形状は、導電物質の充填性に影響していることがわかる。このように、インターポーザの貫通孔の断面形状としては、少なくとも1端面の開口径が、貫通孔中心の穴径以上であることが好ましい。さらには、1端面の開口径／貫通孔の最小穴径の関係が、1.02～5.0が好ましい。1未満であると、貫通孔内に導電性物質を未充填なく、充填するのが難しい。1.02以上となると、貫通孔端面の開口径が、その他の貫通孔部分より大きくなるので、導電性物質の充填が容易に行なわれる。その結果、ボイドが無くなる。

[0105] 7. クラックの進行方向の確認

実施例35と比較例7のヒートサイクル2000サイクル後の半導体パッケージを断面研磨して、接合部分のクラックの方向を確認した。

[表23]

クラックの進行方向

比較例	クラック進行方向
実施例 3 5	インターポーザに対して垂直
比較例 7	貫通孔のテーパーに沿って発生

[0106] この断面観察より、比較例7では、最小ビア径の部分の起点として、クラックが発生し、それが貫通孔内壁に沿って接合部に到達していることが分った。このことから、応力は、貫通孔の内壁に沿って接合部に伝わることを実証された。つまり、貫通孔の断面形状がテーパーになっていることは、応力が、真っ直ぐ接合部に伝わらないので、応力緩和に有効である。

[0107] 評価試験1: 図16(A)に示す絶縁性基材(インターポーザ)70を対象としてシミュレーション(3Dストリップシミュレーション)により計算したB-B線上(図16-1)のヤング率を図16(B)に示す。なお、図16(A)中で、ICチップ直下部75中の貫通孔74は、

77×77列配置されている。

図16(B)から分るように、絶縁性基材(インターポーザ)の物性がIC周辺直下部を境界にしてヤング率が変化していることが分る。

今回、図表には示さないが、絶縁性基材(インターポーザ)の熱膨張係数も同様な傾向がある。

- [0108] 評価試験2:インターポーザ、導体、ICチップ、パッケージ基板半田等の材質を全て同一とし、それらのヤング率、ポアソン比、熱膨張係数を入力し3Dストリップシミュレーションにより計算した絶縁性基材(インターポーザ)厚みとICの配線層の樹脂にかかる応力との関係を図15に示す。絶縁性基材のヤング率は200GPaとした。

この図から分かるように、絶縁性基材(インターポーザ)の厚みが、パッケージ基板の厚みの0.05倍〜1.5倍になると、ICの配線層の樹脂にかかる応力が減少している。従って、絶縁性基材(インターポーザ)の厚みが、パッケージ基板の厚みの0.05倍〜1.5倍になるとICの配線層の樹脂が破壊しにくい。

- [0109] ヒートサイクル試験の結果から、絶縁性基板のヤング率が55〜440GPaであって、その厚みがパッケージ基板の0.05倍〜1.5倍であっても、絶縁性基板の種類によってヒートサイクル試験の寿命が異なることが分かる。

実施例22と実施例26の1500サイクル後の試験結果を比較すると、出発材料に焼成済みの基板を用いた実施例26では◎なのに対して、実施例22では×である。実施例26は、焼成済みの基板に貫通孔を形成しているので、スルーホール導体とICチップの端子およびパッケージ基板の端子との位置合わせ精度が良好であると推察している。

それに対して、実施例22では、スルーホール導体形成後、高温での焼成工程が施されるため、収縮や反りにより、ICチップの端子やパッケージ基板の端子位置に対してスルーホール導体の位置がずれ、ICチップの端子やパッケージ基板の端子との接合面積が減ると推測している。この違いにより両者に差が生じていると考えられる。

図面の簡単な説明

- [0110] [図1]本発明の実施例1に係る樹脂製パッケージ基板の断面図である。

[図2]図1に示す樹脂製パッケージ基板にインターポーザを取り付けた状態の断面図

である。

[図3]図2に示す樹脂製パッケージ基板にICチップを搭載し、ドータボードに取り付けた状態の断面図である。

[図4]図3に示すICチップ、インターポーザ、樹脂製パッケージ基板の平面図である。

[図5]図5(A)は実施例1のインターポーザの平面図であり、図5(B)は実施例1の別例に係るインターポーザの平面図である。

[図6]実施例1に係るインターポーザの製造工程図である。

[図7]実施例7に係るインターポーザの製造工程図である。

[図8]実施例7に係るインターポーザの製造工程図である。

[図9]実施例22に係るインターポーザの製造工程図である。

[図10]実施例41に係るインターポーザの製造工程図である。

[図11]実施例41に係るインターポーザの製造工程図である。

[図12]ヒートサイクル試験の結果を示す図表である。

[図13]ヒートサイクル試験の結果を示す図表である。

[図14]ヒートサイクル試験の結果を示す図表である。

[図15]ICの配線層の樹脂にかかる応力を示す図表である。

[図16]図16(A)は絶縁性基材(インターポーザ)の模式図であり、図16(B)は絶縁性基材(インターポーザ)のIC直下部とそれ以外部のヤング率を示す図表である。

符号の説明

[0111] 10 樹脂製パッケージ基板

30 多層コア基板

64E グランド用バンブ

64P 電源用バンブ

64S 信号用バンブ

68、69 アンダーフィル

70 インターポーザ

72 バイアホール

74 ランド

76E グランド用ランド

76P 電源用ランド

76S 信号用ランド

80 基材

80B 基材

81 貫通孔

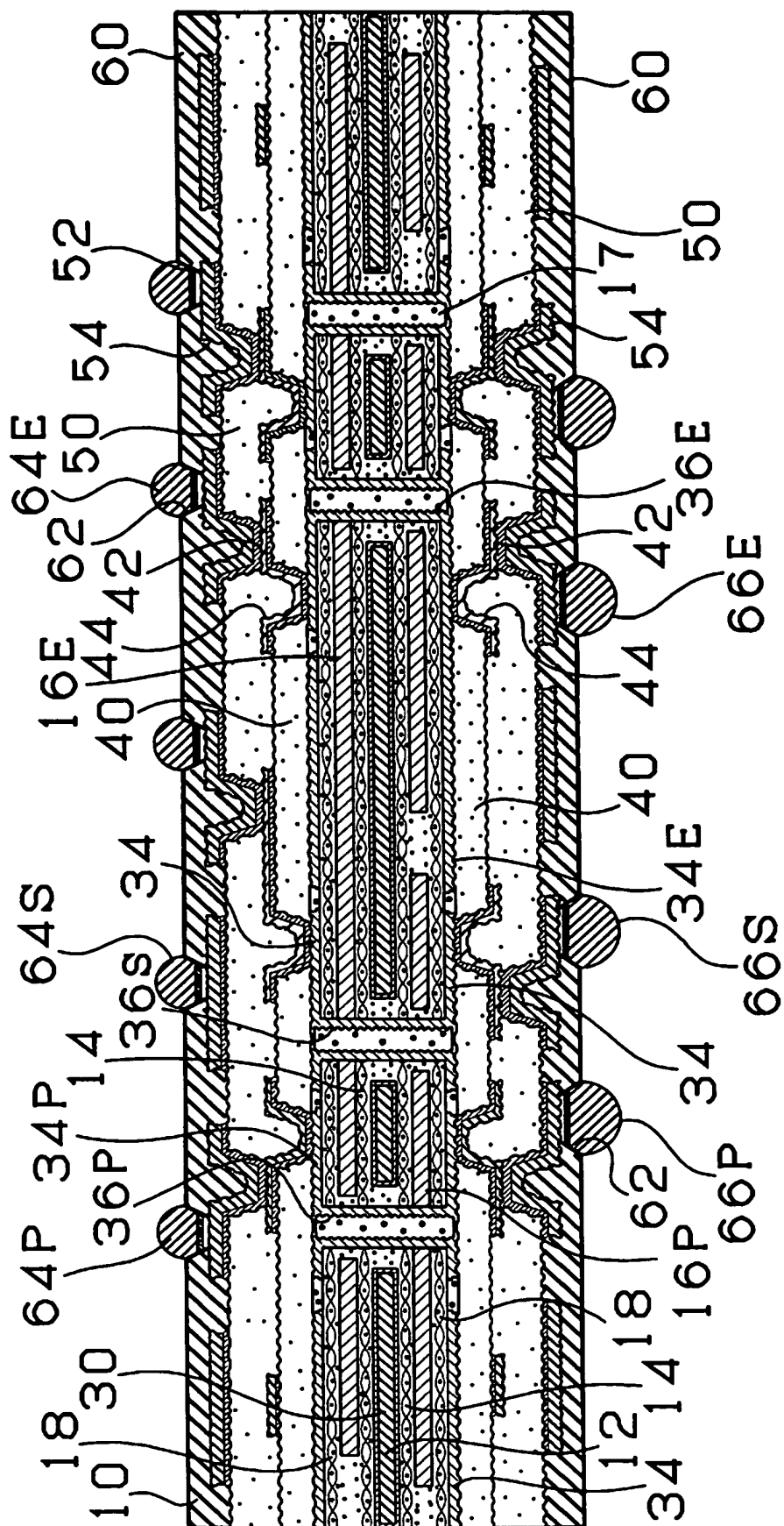
110 ICチップ

120 ドータボード

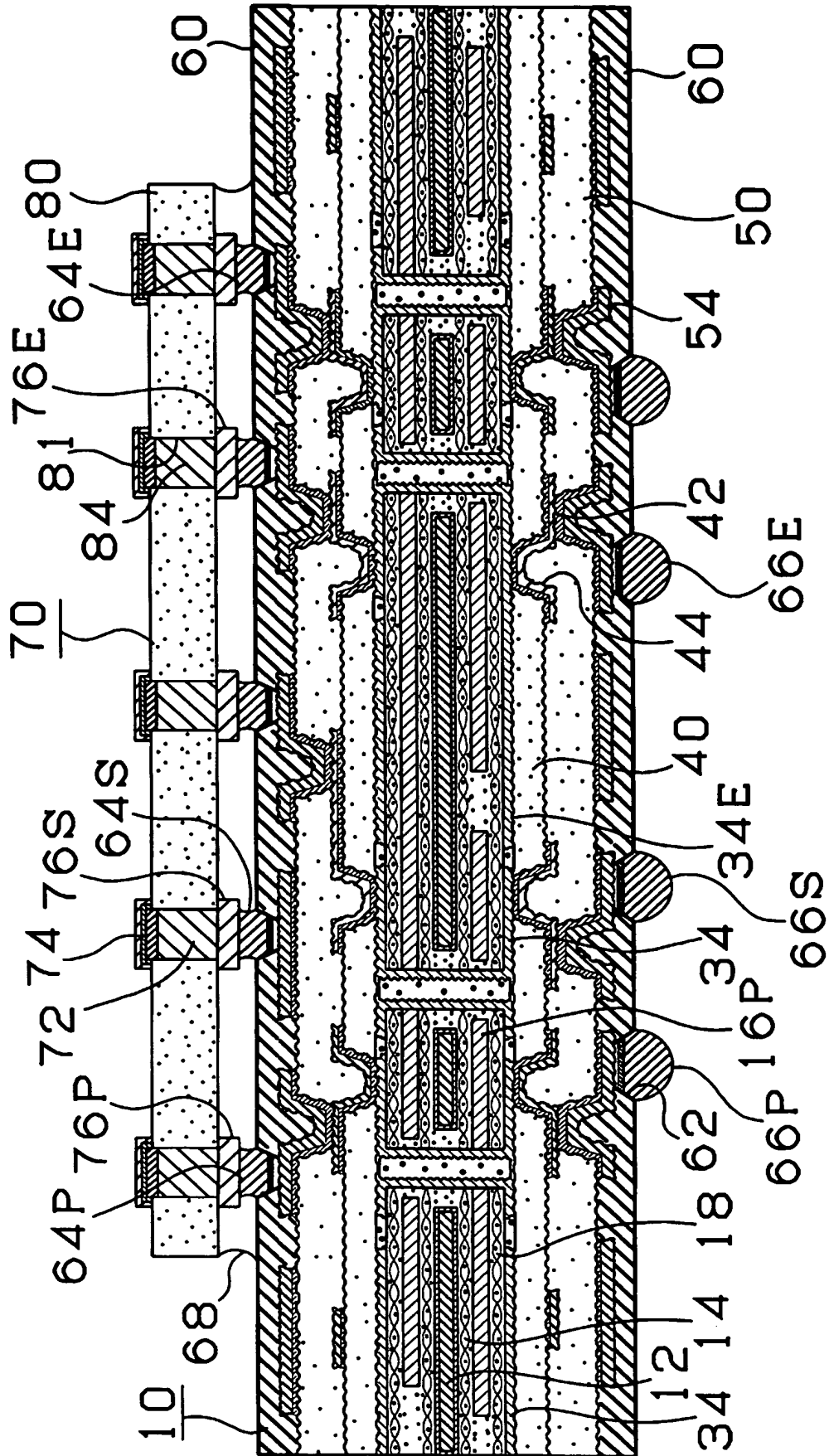
請求の範囲

- [1] 樹脂からなるパッケージ基板とICチップとの間に介在し、複数の貫通孔を備え、該貫通孔には前記パッケージ基板とICチップとを電気的に接続するスルーホール導体が形成されたインターポーザであって、
前記インターポーザを構成する絶縁性基材のヤング率は55〜440GPaであって、
前記絶縁性基材の厚みは、パッケージ基板厚み×0.05以上であって、パッケージ基板厚み×1.5以下であることを特徴とするインターポーザ。
- [2] 前記絶縁性基材の厚みは、パッケージ基板のコアの厚み×0.08以上であることを特徴とする請求項1のインターポーザ
- [3] 前記絶縁性基材の大きさは、インターポーザに搭載する電子部品の投影面積以上であって、パッケージ基板の投影面積以下であることを特徴とする請求項1又は請求項2のインターポーザ。
- [4] ICチップに形成されている外部電極端子の内、電源端子及びグランド端子と接続している前記絶縁性基材の貫通孔の配置は、格子状または、千鳥状であることを特徴とする請求項1又は請求項2又は請求項3のインターポーザ。
- [5] 前記パッケージ基板は多層プリント配線板であることを特徴とする請求項1〜4のいずれかのインターポーザ。
- [6] 前記スルーホール導体は、金属めっきからなることを特徴とする請求項1〜5のいずれかのインターポーザ。
- [7] 前記スルーホール導体は、金属ペーストからなることを特徴とする請求項1〜5のいずれかのインターポーザ。
- [8] 絶縁性基材の貫通孔の断面形状は、少なくとも1端面の開口径が、貫通孔中心の穴径以上であることを特徴とする請求項1〜7のいずれかのインターポーザ。
- [9] 請求項1〜8のいずれか1のインターポーザを備える多層プリント配線板。

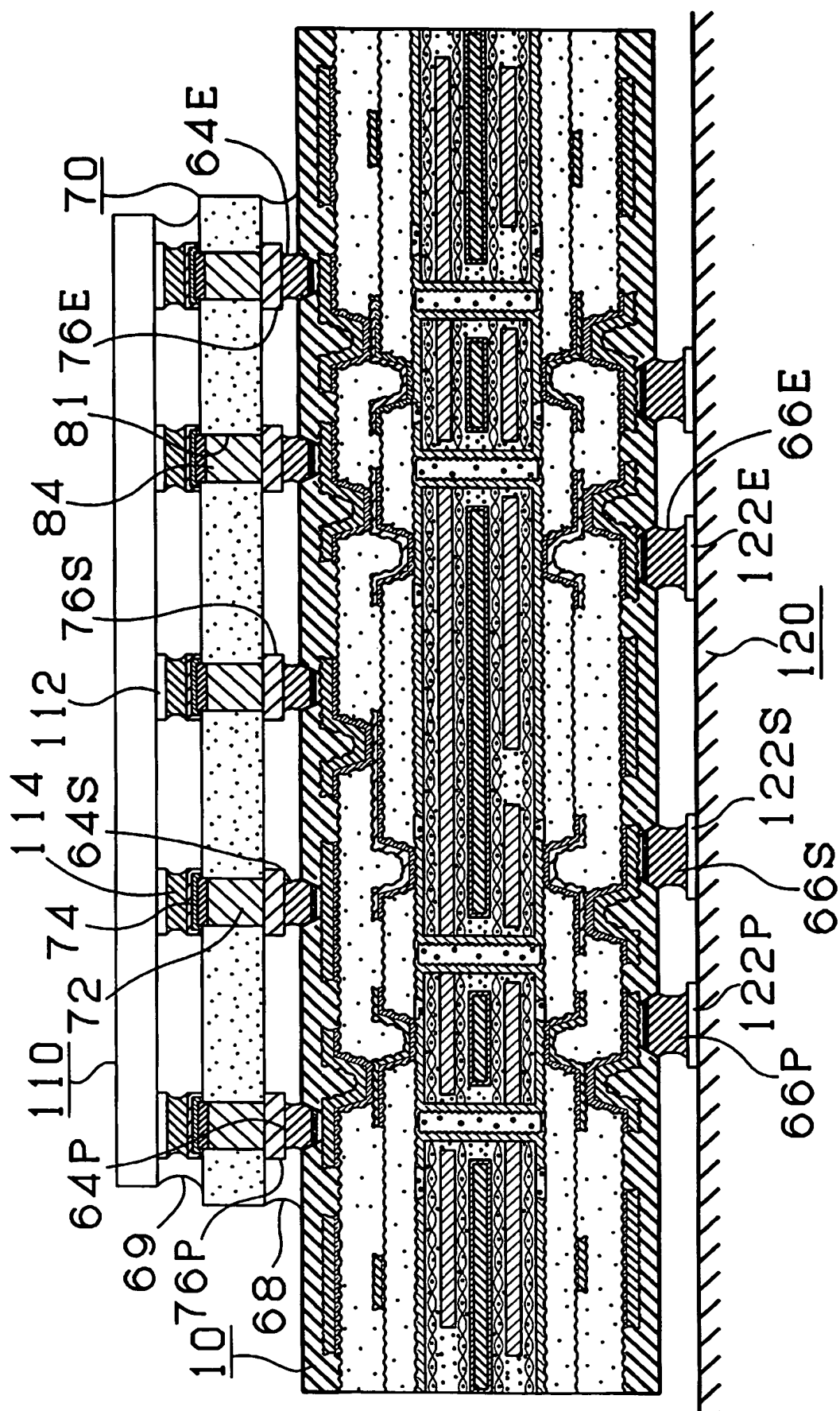
[図1]



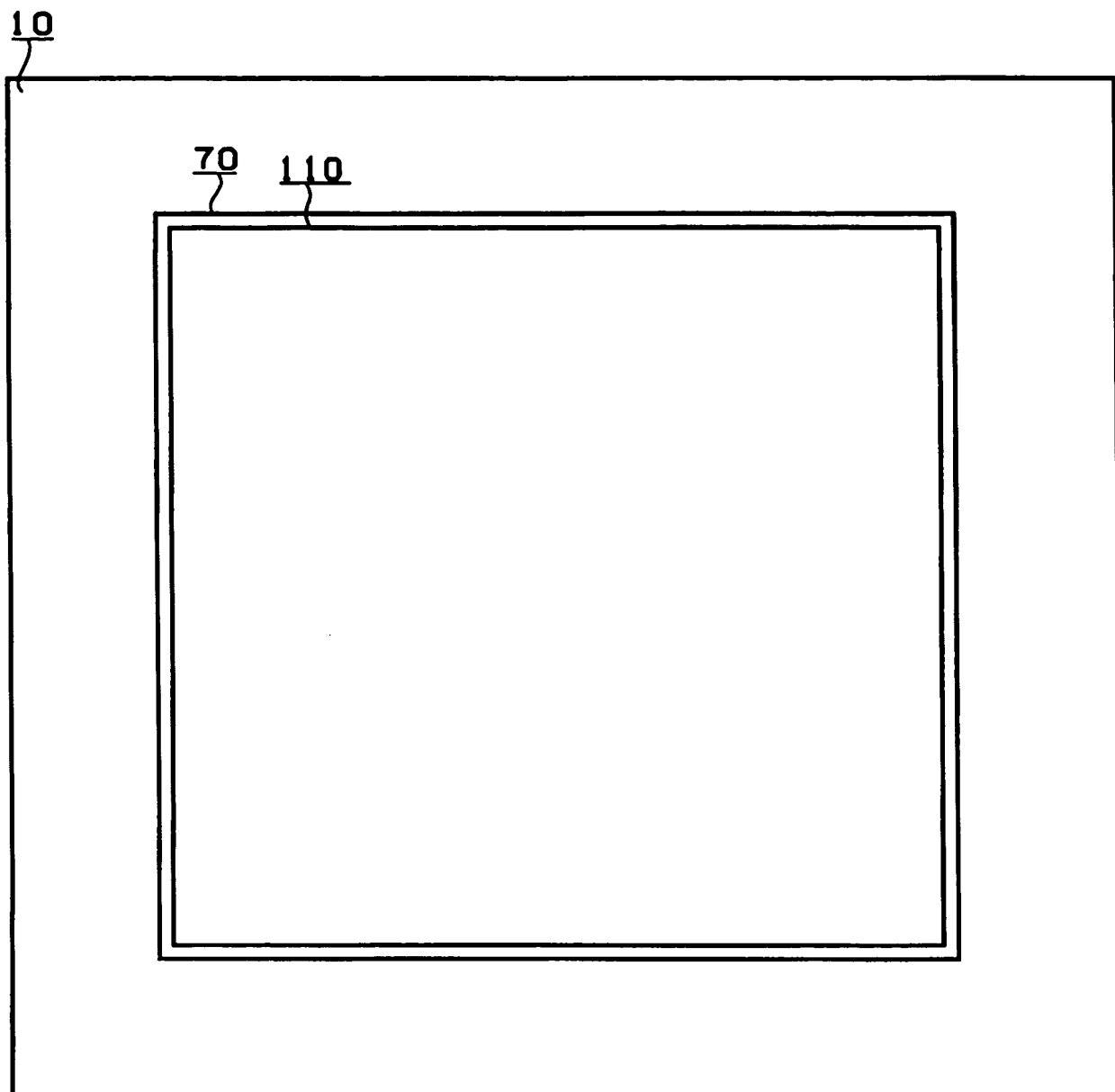
[図2]



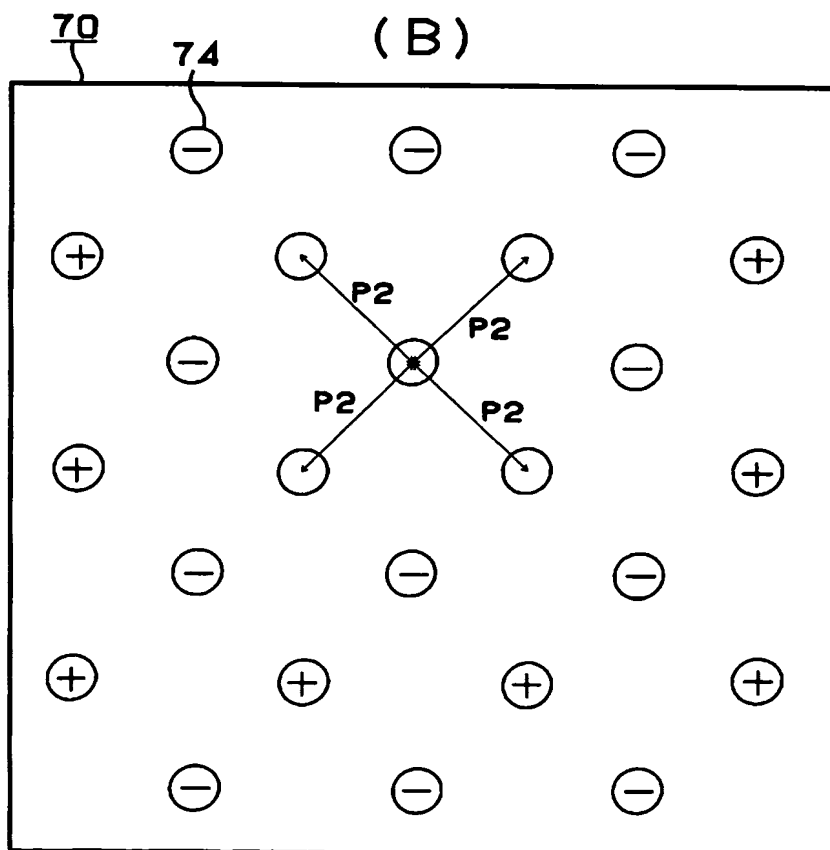
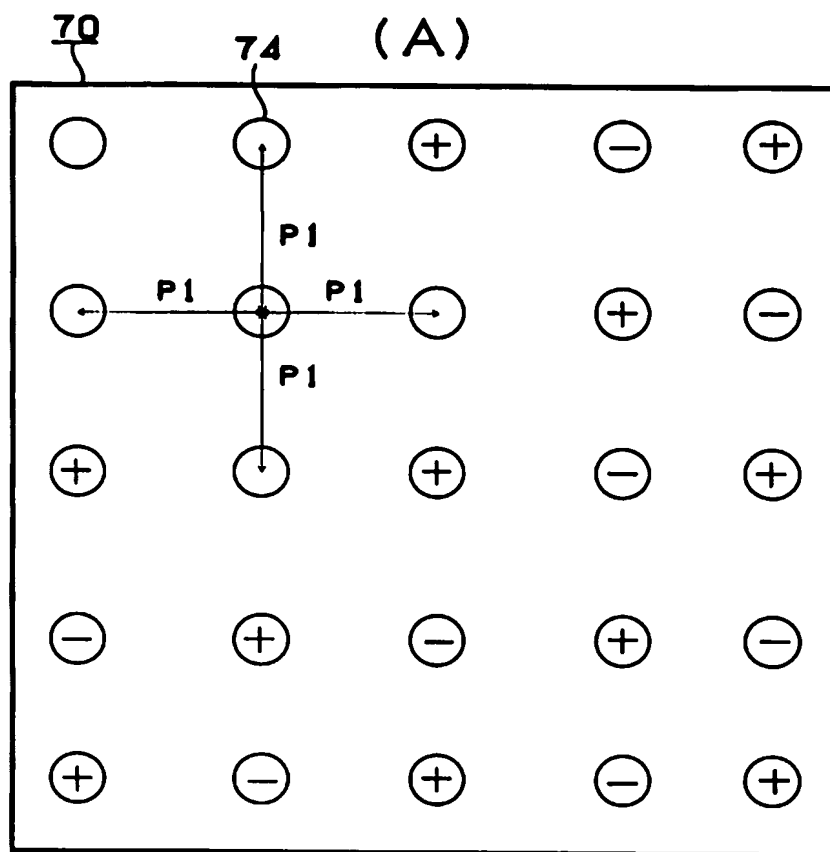
[図3]



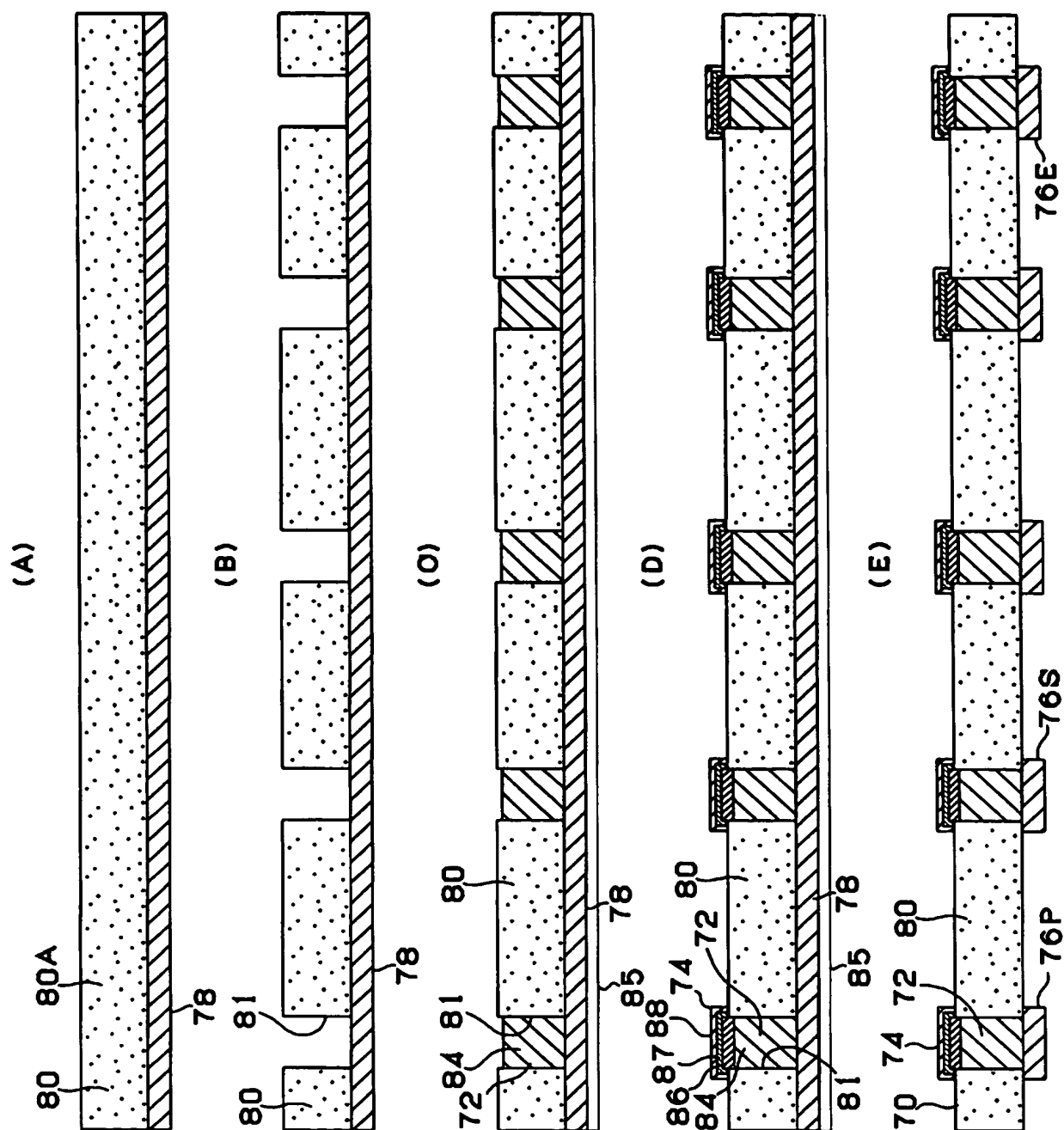
[図4]



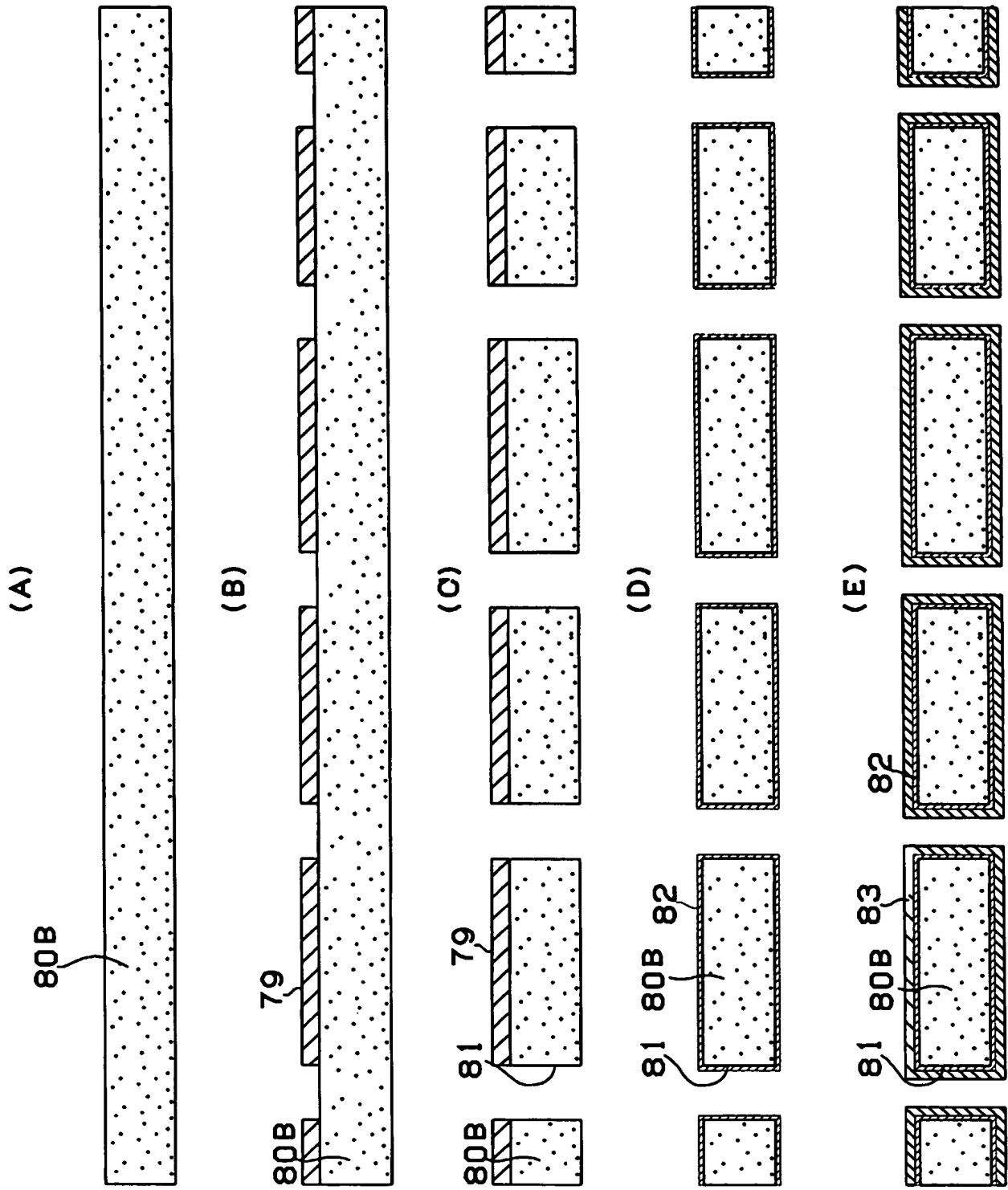
[図5]



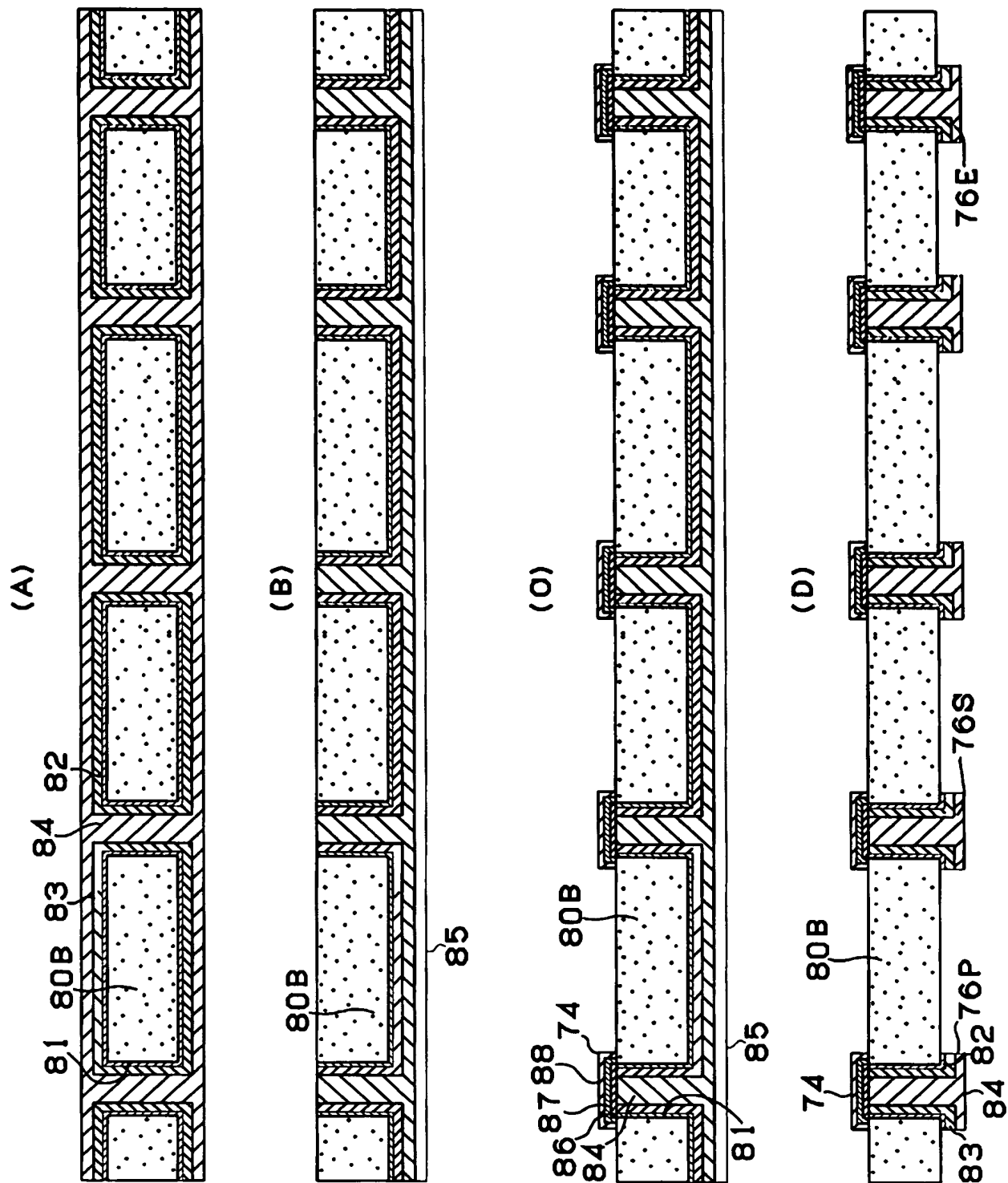
[図6]



[図7]



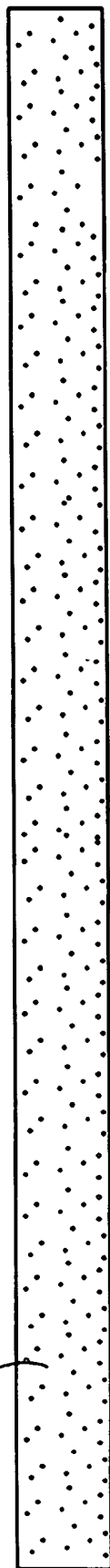
[図8]



[図9]

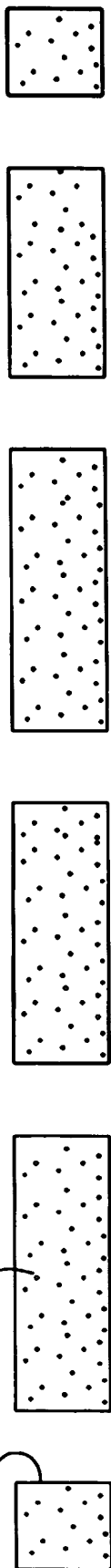
(A)

80r



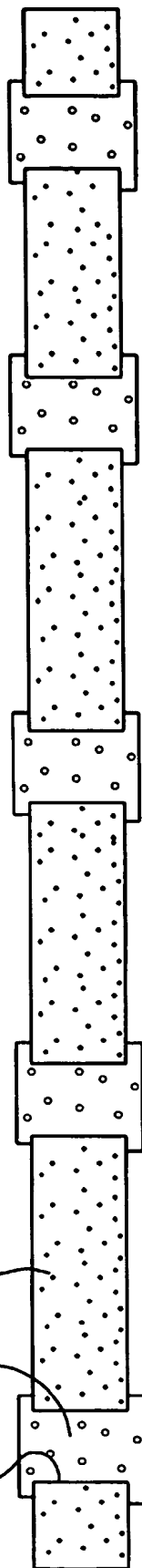
(B)

81r 80r



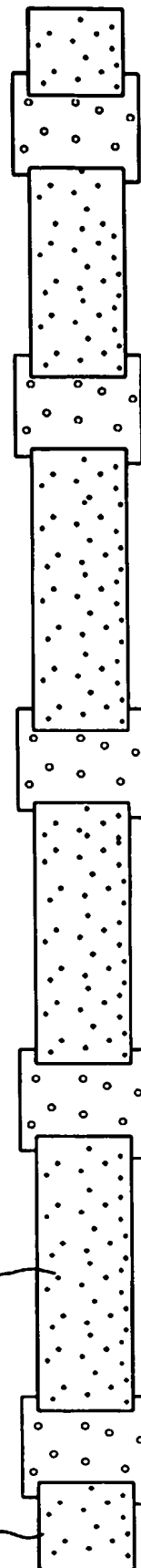
(C)

81r P 80r

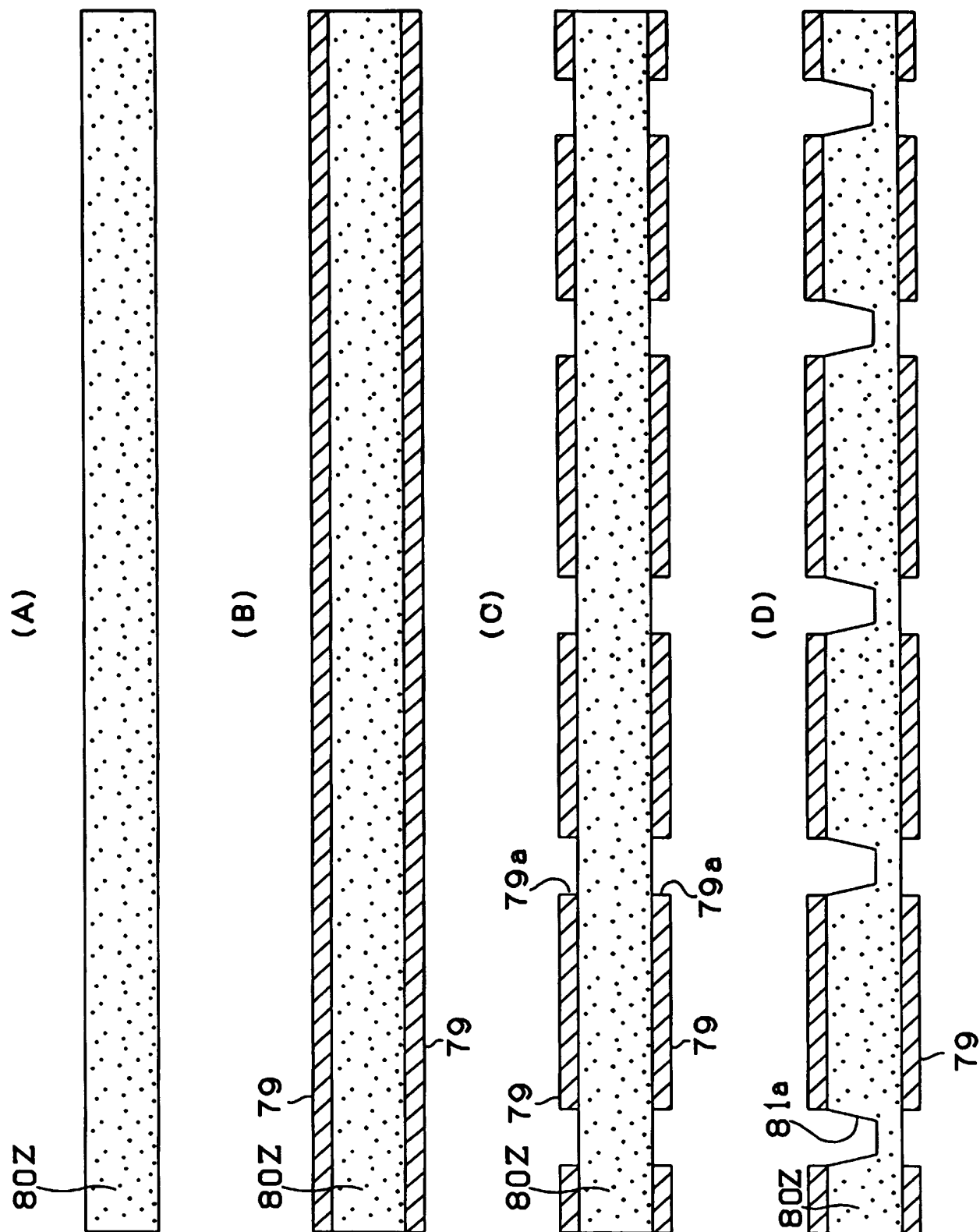


(D)

70 80

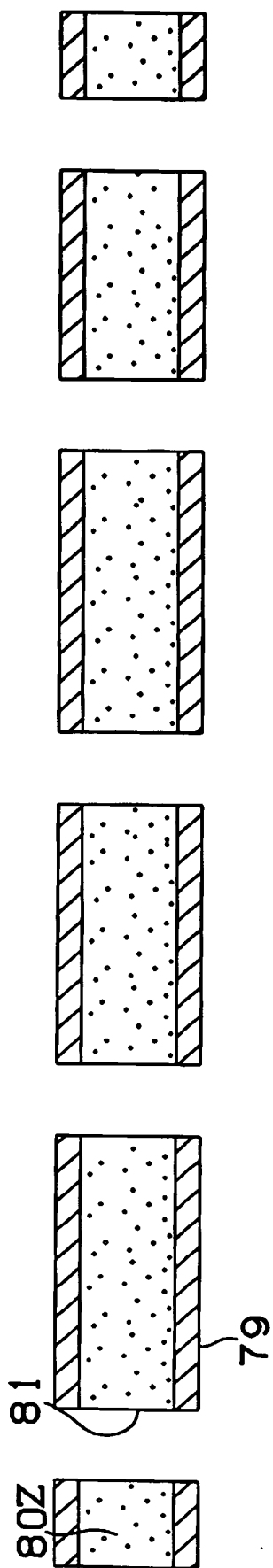


[図10]

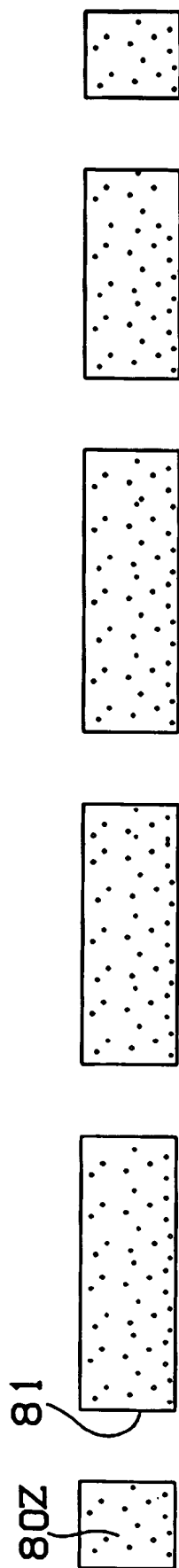


[図11]

(A)



(B)



[図12]

絶縁性基 材のヤング 率(GPa)	絶縁性基 材の厚み(μmt)	絶縁性基 材の大きさ (mm × mm)	絶縁性基材に形成した貫通孔の径(μm)			ヒートサイクル試験後の導通抵抗変化 量(%)					
			一端面の開 口径	他端面の開 口径	貫通孔の 最小開口径	500サイ クル後	1000 サイクル 後	1500 サイクル 後	2000 サイク ル後		
実施例 1	55	50	32	125	125	125	○	×	×	×	×
実施例 2	55	64	32	125	125	125	○	△	×	×	×
実施例 3	55	100	32	125	125	125	○	○	×	×	×
実施例 4	55	400	32	125	125	125	○	○	×	×	×
実施例 5	55	1000	32	125	125	125	○	○	×	×	×
実施例 6	55	1500	32	125	125	125	○	△	×	×	×
実施例 7	200	50	32	125	125	125	◎	○	×	×	×
実施例 8	200	64	32	125	125	125	◎	○	○	×	×
実施例 9	200	100	32	125	125	125	◎	◎	◎	◎	◎
実施例 10	200	400	32	125	125	125	◎	◎	◎	◎	◎
実施例 11	200	1000	32	125	125	125	◎	◎	◎	◎	◎
実施例 12	200	1500	32	125	125	125	◎	◎	○	×	×
実施例 13	440	50	32	125	125	125	◎	◎	○	×	×
実施例 14	440	64	32	125	125	125	◎	◎	○	×	×
実施例 15	440	100	32	125	125	125	◎	◎	◎	◎	◎
実施例 16	440	400	32	125	125	125	◎	◎	◎	◎	◎
実施例 17	440	1000	32	125	125	125	◎	◎	◎	◎	◎
実施例 18	440	1500	32	125	125	125	◎	◎	○	×	×
実施例 19	200	100	24	125	125	125	◎	◎	◎	◎	◎
実施例 20	200	100	20	125	125	125	◎	○	×	×	×
実施例 21	200	100	40	125	125	125	◎	○	×	×	×
実施例 22	310	400	32	125	125	125	○	○	×	×	×
実施例 23	310	50	32	125	125	125	◎	○	×	×	×
実施例 24	310	64	32	125	125	125	◎	○	○	○	×

[図13]

	絶縁性基 材のヤング 率(GPa)	絶縁性基 材の厚み(μ mt)	絶縁性基 材の大き さ (mm × mm)	絶縁性基材に形成した貫通孔の径(μ m)			ヒートサイクル試験後の導通抵抗変化 量(%)			
				一端面の開 口径	他端面の開 口径	貫通孔の最 小開口径	500サイ クル後	1000 サイクル 後	1500 サイクル 後	2000 サイクル 後
実施例 25	310	100	32	125	125	125	○	○	○	○
実施例 26	310	400	32	125	125	125	○	○	○	○
実施例 27	310	1000	32	125	125	125	○	○	○	○
実施例 28	310	1500	32	125	125	125	○	○	○	×
実施例 29	55	50	32	125	125	125	○	○	×	×
実施例 30	55	64	32	125	125	125	○	○	○	×
実施例 31	55	100	32	125	125	125	○	○	○	○
実施例 32	55	400	32	125	125	125	○	○	○	○
実施例 33	55	1000	32	125	125	125	○	○	○	○
実施例 34	55	1500	32	125	125	125	○	○	○	×
実施例 35	65.5	50	32	125	125	125	○	○	×	×
実施例 36	65.5	64	32	125	125	125	○	○	○	×
実施例 37	65.5	100	32	125	125	125	○	○	○	○
実施例 38	65.5	400	32	125	125	125	○	○	○	○
実施例 39	65.5	1000	32	125	125	125	○	○	○	○
実施例 40	65.5	1500	32	125	125	125	○	○	○	×
実施例 41	65.5	50	32	125	125	122.5	○	○	○	○
実施例 42	65.5	50	32	125	125	25.0	○	○	○	○
実施例 43	65.5	50	32	125	125	25.0	○	○	○	○
実験例 1	200	100	32	125	125	125	○	×	×	×
実験例 2	200	100	32	125	125	125	○	○	○	○
実験例 3	200	100	32	60	60	60	○	○	○	×
実験例 4	200	100	32	60	60	60	○	○	○	×

[図14]

	絶縁性基 材のヤング 率(GPa)	絶縁性 基材の 厚み (μmt)	絶縁性基材 の大きさ ($\text{mm} \times \text{mm}$)	絶縁性基材に形成した貫通孔の径(μm)			ヒートサイクル試験後の導通抵抗変化率 (%)				
				一端面の 開口径	他端面の 開口径	貫通孔の 最小開口 径	500 サイ クル後	1000 サイクル 後	1500 サイクル 後	2000 サイクル 後	
比較例 1	50	100	32	125	125	125	×	×	×	×	
比較例 2	470	100	32	125	125	125	×	×	×	×	
比較例 3	200	45	32	125	125	125	×	×	×	×	
比較例 4	200	1600	32	125	125	125	×	×	×	×	
比較例 5	55	50	15	125	125	125	IC を絶縁基材に搭載できず				
比較例 6	55	50	45	125	125	125	絶縁基材をパッケージ基板上に搭載できず				
比較例 7	65.5	50	32	125	125	22.7	○	×	×	×	

◎ : $-3\% \leq$ 抵抗変化率 $\leq 3\%$ ○ : $-6\% \leq$ 抵抗変化率 $< 3\%$ と $3\% <$ 抵抗変化率 $\leq 6\%$

△ : $-10\% \leq$ 抵抗変化率 $< -6\%$ と $6\% <$ 抵抗変化率 $\leq 10\%$ × : $-10\% >$ 抵抗変化率 と $10\% <$ 抵抗変化率

±10% を越えると不良となる

抵抗変化率 (%) = |ヒートサイクル後の抵抗値 - 初期値| / 初期値 × 100

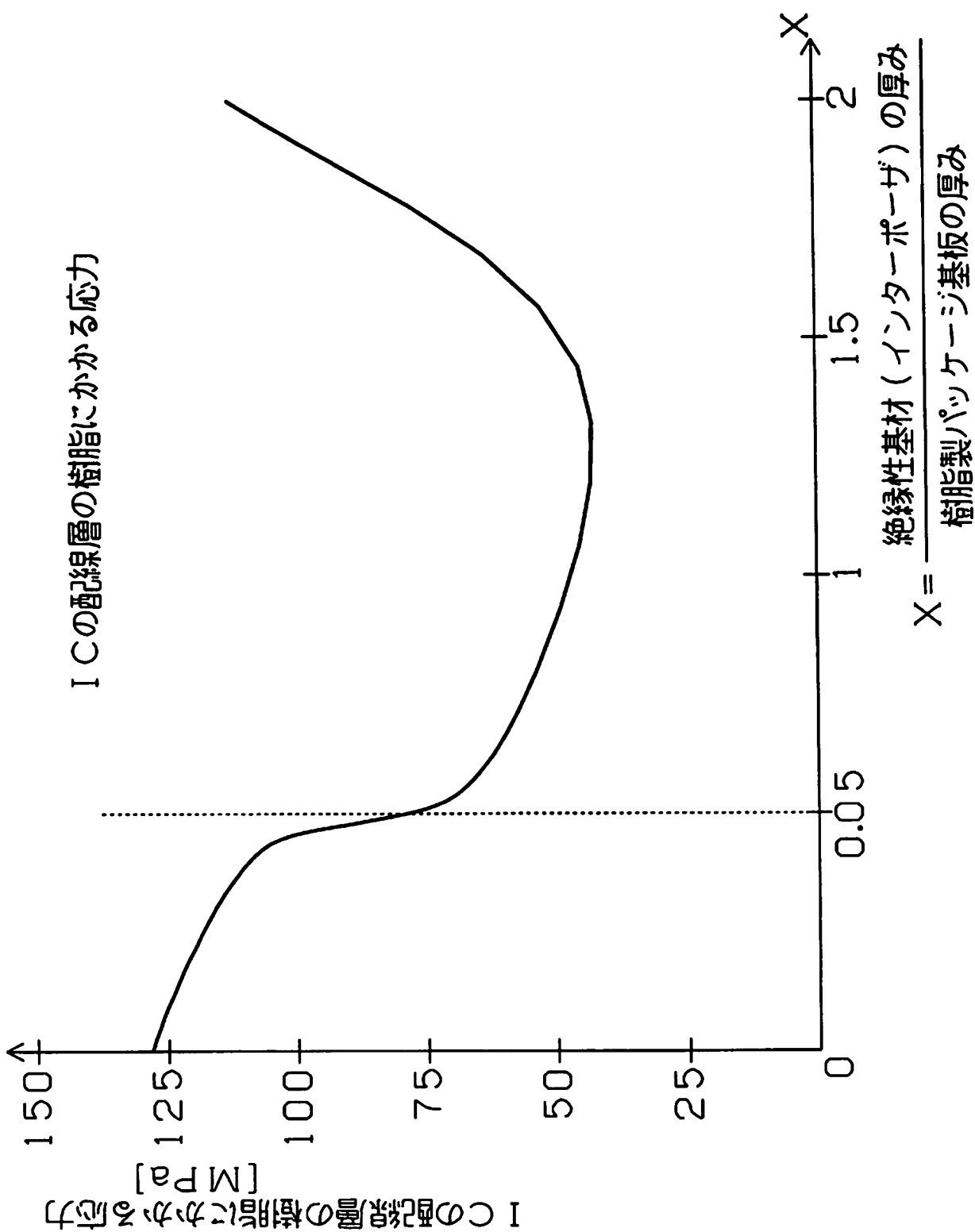
パッケージ基板の厚み: 1.0 mm

パッケージ基板のコアの厚み: 0.8 mm

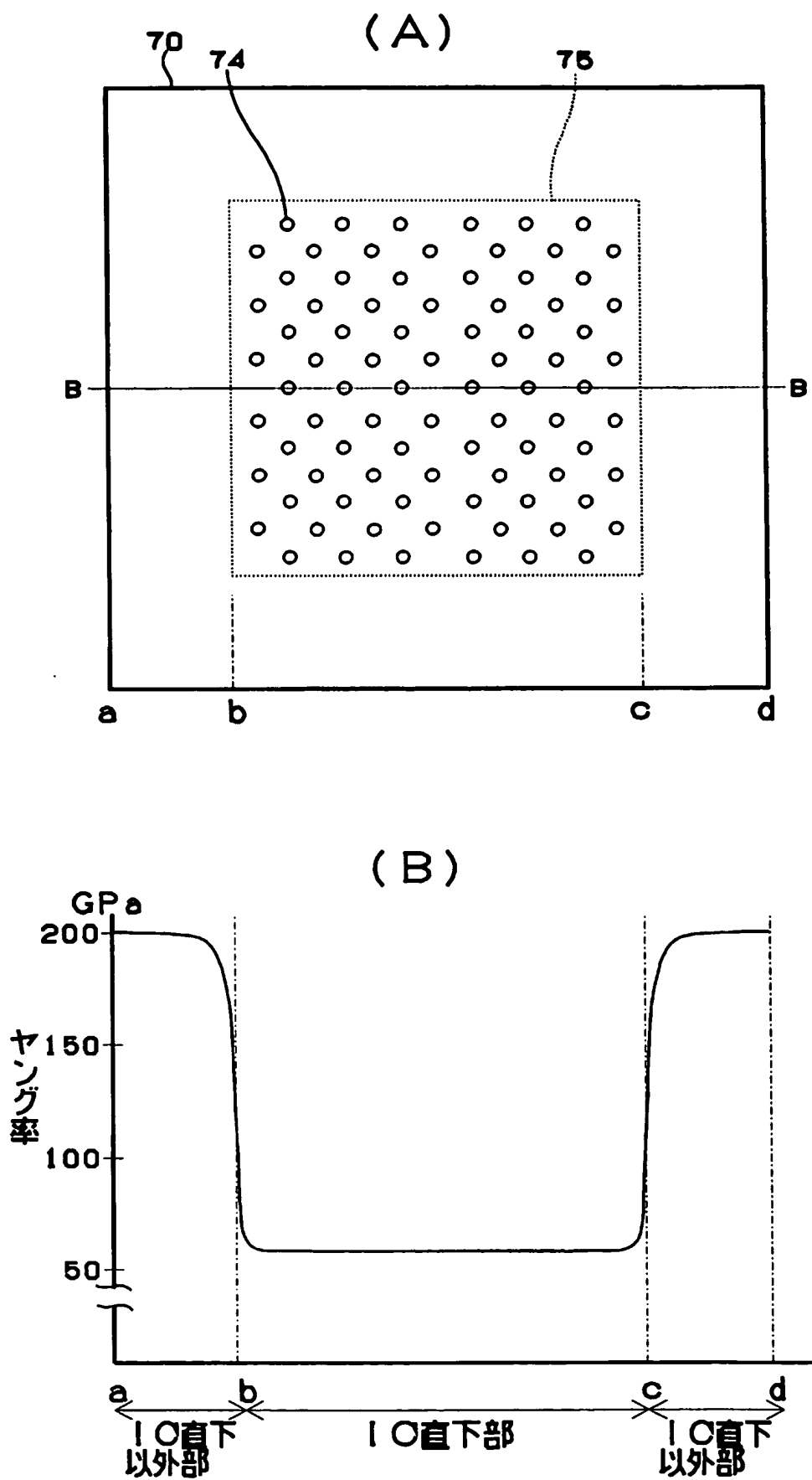
パッケージ基板の外形サイズ: 40 mm × 40 mm

IC の外形サイズ: 20 mm × 20 mm

[図15]



[図16]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/013831

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER Int.Cl⁷ H01L23/32

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁷ H01L23/32, 23/12-23/15, 21/60

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 59-996 A (Hitachi, Ltd.), 06 January, 1984 (06.01.84), Page 2, upper right column, line 18 to page 3, upper left column, line 7; Fig. 5 (Family: none)	1-3, 5-7, 9
A	JP 11-54884 A (NEC Corp.), 26 February, 1999 (26.02.99), Full text; Figs. 1, 2 & EP 896501 A2 & US 5973930 A	1-9
A	JP 2-83963 A (Hitachi, Ltd.), 26 March, 1990 (26.03.90), Figs. 3, 5; page 4, lower right column (Family: none)	1-9

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search
07 December, 2004 (07.12.04)

Date of mailing of the international search report
21 December, 2004 (21.12.04)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/013831

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 11-176998 A (Kyocera Corp.), 02 July, 1999 (02.07.99), Full text; Fig. 1 (Family: none)	1-9
E, A	JP 2004-304159 A (NGK Spark Plug Co., Ltd.), 28 October, 2004 (28.10.04), Par. No. [0041]; Figs. 1, 2 & US 2004/184219 A1	1-9

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl¹ H01L 23/32

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl¹ H01L 23/32, 23/12-23/15, 21/60

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2004年
 日本国登録実用新案公報 1994-2004年
 日本国実用新案登録公報 1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 59-996 A (株式会社日立製作所) 1984. 01. 06, 第2頁右上欄第18行-第3頁左上欄第7行, 第5図 (ファミリーなし)	1-3, 5-7, 9
A	JP 11-54884 A (日本電気株式会社) 1999. 02. 26, 全文, 図1, 図2 & EP 896501 A2 & US 5973930 A	1-9
A	JP 2-83963 A (株式会社日立製作所) 1990. 03. 26, 第3図, 第5図, 第4頁右下欄 (ファミリーなし)	1-9

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

07. 12. 2004

国際調査報告の発送日

21.12.2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)
 郵便番号100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

酒井 英夫

4 R

9 6 3 1

電話番号 03-3581-1101 内線 3469

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 11-176998 A (京セラ株式会社) 1999.07.02, 全文, 図1 (ファミリーなし)	1-9
E, A	JP 2004-304159 A (日本特殊陶業株式会社) 2004.10.28, 【0041】 , 図1, 図2 & US 2004/184219 A1	1-9